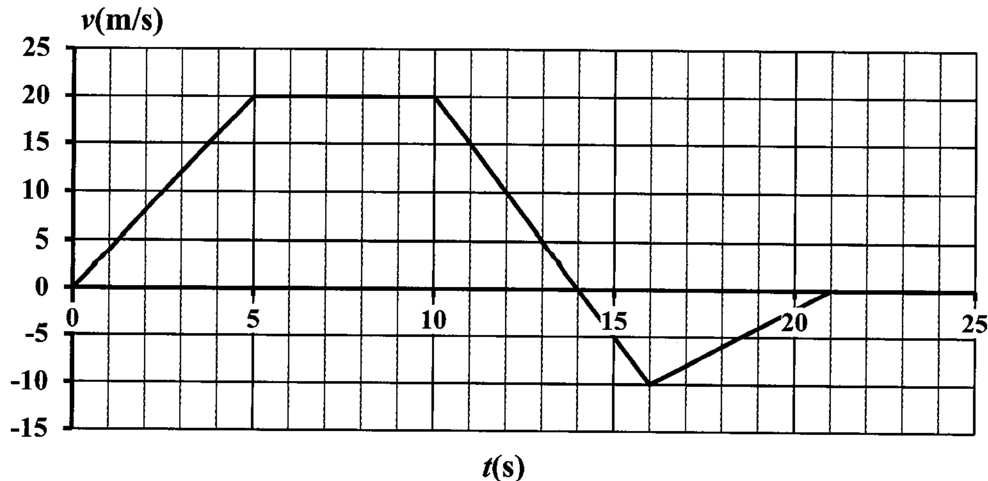
פרק 1: שאלות בתנועה לאורך קו ישר

שאלה 1 \פרק 1

הגרף שלפניך מתאר את המהירות של גוף הנע בקו ישר כפונקציה של הזמן.



א. קבע באילו פרקי זמן הגוף נע בכיוון החיובי ובאילו פרקי זמן הוא נע בכיוון השלילי? נמק.

ב. קבע באילו פרקי זמן הגוף מאיץ בתנועתו בכיוון החיובי, ובאילו פרקי זמן הגוף מאט בתנועתו בכיוון החיובי.

ג. קבע באילו פרקי זמן הגוף מאיץ בתנועתו בכיוון השלילי, ובאילו פרקי זמן הוא מאט בתנועתו בכיוון השלילי.

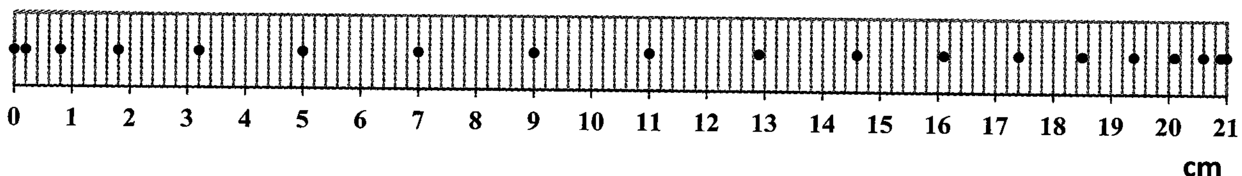
ד. תאר במילים את תנועת הגוף בפרק הזמן מ-$t=10\text{s}$ עד ל-$t=16\text{s}$, וקבע מה היא תאוצתו ב-$t=14\text{s}$.

ה. חשב את העתק הגוף ואת הדרך שהוא עובר בפרק הזמן מ-$t=0\text{s}$ עד ל-$t=21\text{s}$.

ו. חשב את המהירות הממוצעת של הגוף בפרק הזמן מ-$t=0\text{s}$ עד $t=21\text{s}$. הסבר מהי המשמעות של מהירות זו.

שאלה 2 \פרק 1

הנקודות בתרשים שלפניך מתארות, את המיקום של גוף הנע בקו ישר על ציר ה-x. בתרשים זה, מרווח הזמן בין כל שתי נקודות עוקבות הינו קבוע ושווה ל-0.2s. נתון שהגוף מתחיל לנוע ממנוחה ב-$x=0$, ושבנקודה האחרונה $(x=21\text{cm})$ הוא נעצר. נתון גם שבקטעי המסלול בהם יש שינוי במהירות, התאוצה היא קבועה.



א. קבע עבור אילו ערכים של x הגוף מאיץ, עבור אילו ערכים הוא מאט ועבור אילו ערכים הוא נע במהירות קבועה? הסבר.

ב. חשב את המהירות הממוצעת של הגוף במהלך תנועתו (שים לב! שתי הנקודות האחרונות צמודות ונראות כנקודה אחת).

ג. חשב את:

(1) תאוצת הגוף בקטע\קטעים בהם מהירותו אינה קבועה.

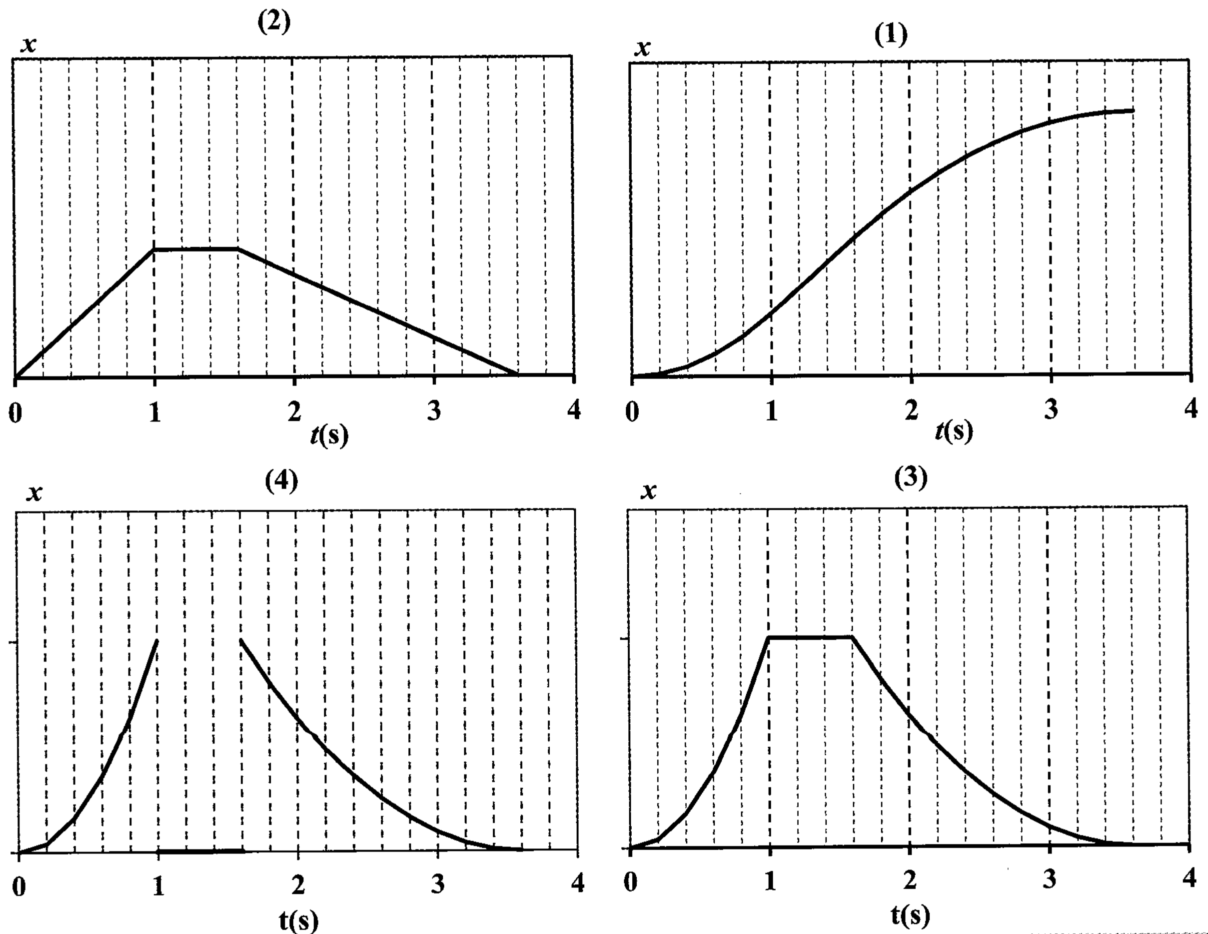
(2) מהירות הגוף בקטע\קטעים בהם המהירות קבועה.

ד. שרטט גרף המתאר את מהירות הגוף כפונקציה של הזמן מ- $t=0$ עד לרגע עצירתו.

ה. קבע, ללא חישוב, מהו גודל השטח הכלוא בין גרף המהירות ששרטטת בסעיף הקודם ובין ציר הזמן.

ו. שרטט גרף המתאר את תאוצת הגוף כפונקציה של הזמן מ- $t=0$ עד לרגע עצירתו.

ז. קבוצה של תלמידים התבקשו לשרטט גרף המתאר באופן איכותי את המיקום כפונקציה של הזמן עבור הגוף שתנועתו מתוארת בתרשים העקבות הנ"ל. התקבלו ארבעה גרפים שונים המוצגים לפניך. קבע מי מבין הגרפים הוא הנכון ונמק תשובתך.



שאלה 3 \ פרק 1

נתון גוף הנע בקו ישר. הגרף שלפניך מתאר את מהירות הגוף כפונקציה של הזמן. התבסס על גרף זה וענה על השאלות שלפניך:

א. קבע באילו פרקי זמן הגוף נע בכיוון החיובי ובאילו פרקי זמן הוא נע בכיוון השלילי? נמק.

ב. קבע באילו פרקי זמן הגוף מאיץ בכיוון החיובי ובאילו פרקי זמן הוא מאט בכיוון החיובי? נמק.

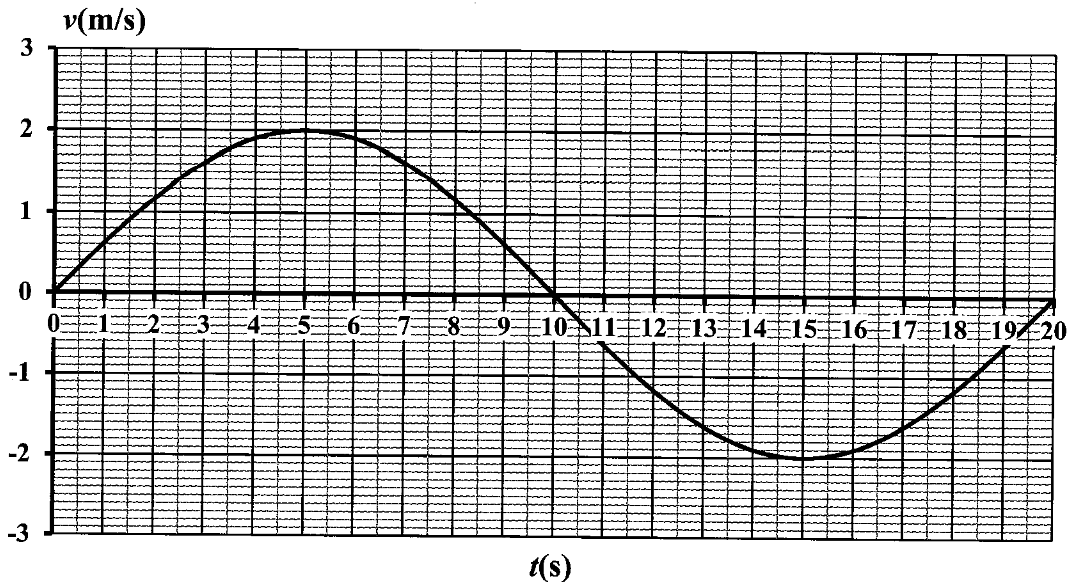
ג. קבע באילו פרקי זמן הגוף מאיץ בכיוון השלילי ובאילו פרקי זמן הוא מאט בכיוון השלילי? נמק.

ד. חשב את המהירות הממוצעת של הגוף בפרקי הזמן הבאים:

(1) מ-$t=0$ עד $t=20\text{s}$.

(2) מ-$t=0\text{s}$ עד $t=10\text{s}$.

נתון: בין הגרף ובין ציר הזמן מ-$t=0$ עד $t=10\text{s}$ כלואים כ-126 מלבנים קטנים (הבט בגרף).



ה. קבע באילו זמנים תאוצת הגוף מתאפסת.

ו. חשב, ברמת הדיוק המרבית שהגרף מאפשר, את תאוצת הגוף בזמנים הבאים: (1) $t=2\text{s}$. (2) $t=4\text{s}$. (3) $t=7\text{s}$.

ז. תאר במילים את תנועת הגוף מ-$t=0$ עד $t=10\text{s}$.

שאלה 4 \פרק 1

שתי מכוניות, מכונית 1 ומכונית 2, נעות זו לקראת זו על כביש ישר ובאותו נתיב. ברגע מסוים (שנקבע להיות $t=0$) כאשר המרחק בין שתי המכוניות היה $d=500\text{m}$, אחד הנהגים (נהג מכונית 1) מבחין במכונית השנייה ומתחיל להאט בקצב קבוע. לאחר 4 שניות מבחין נהג המכונית השנייה (מכונית 2) במכונית שנוסעת לקראתו ומתחיל להאט בקצב קבוע. בגרף שלפניך מתוארות המהירויות של שתי המכונית כפונקציה של הזמן מ-$t=0$ עד $t=8\text{s}$.

א. קבע איזה מבין שתי העקומות מתארת את המהירות של מכונית 1, ואיזה מהן מתארת את המהירות של מכונית 2.

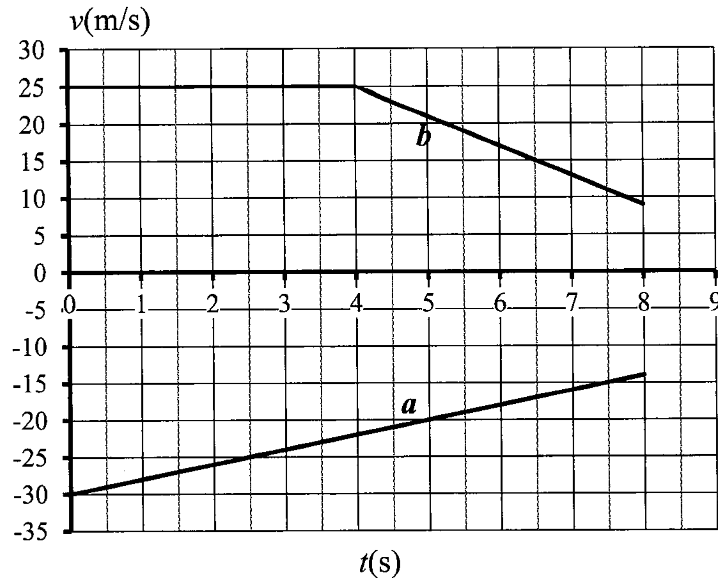
ב. בהנחה שאחרי השנייה הרביעית לא חל שינוי בתאוצת המכוניות עד לעצירתן, חשב באיזה זמן נעצרת כל אחת משתי המכוניות.

ג. האם שתי המכונית מתנגשות זו בזו? אם כן, חשב מתי והיכן, אחרת – נמק.

ד. קבע מה צריך להיות המרחק הקטן ביותר בין שתי המכוניות ב-$t=0$ על מנת שלא תהיה ביניהן התנגשות.

ה. מצא באיזה מיקום ובאיזה זמן המכוניות מתנגשות זו בזו אם נתון שהמרחק בין שתי המכוניות ב- $t=0\text{s}$ הוא: $d=336\text{m}$.

ו. חשב את המהירות של כל אחת משתי המכוניות בזמן ההתנגשות בסעיף הקודם.



שאלה 5 \ פרק 1

ברגע מסוים, שנבחר להיות $t=0$, משחררים ממנוחה גוף a הנמצא בקצה גג של בניין שגובהו 320m. הגוף נופל נפילה חופשית (התנגדות האוויר זניחה). לאחר 3 שניות, זורקים מנקודה סמוכה, ובאותו הגובה גוף אחר, b, בכיוון אנכי כלפי מטה, במהירות התחלתית v_0.

בוחרים את הכיוון החיובי של ציר ה-y כלפי מטה ואת הראשית $y=0$ על גג הבניין.

א. בטא את מיקום הגוף a כפונקציה של הזמן מרגע שחרורו מראש הגג ועד פגיעתו בקרקע.

ב. בטא את מיקום הגוף b כפונקציה של הזמן ושל הגודל v_0 מרגע זריקתו מראש הגג ועד פגיעתו בקרקע.

ג. קבע מהו הערך המינימלי עבור v_0 על מנת שהגוף b יחלוף על פני הגוף a לפני שגוף a מגיע לקרקע.

נתון כעת כי הגוף b חולף ליד הגוף a בנקודה הנמצאת בגובה 140m מעל פני הקרקע.

ד. חשב את v_0.

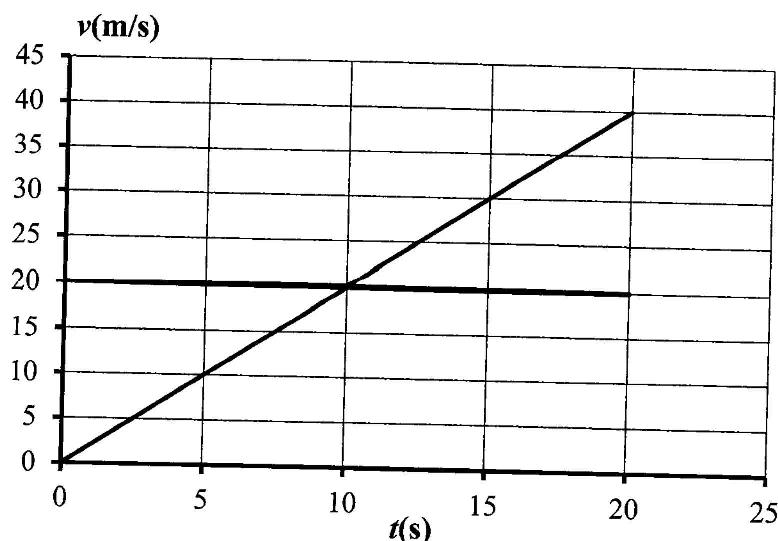
ה. שרטט באותה מערכת צירים גרפים המתארים את המיקום כפונקציה של הזמן עבור שני הגופים מ- $t=0$ עד לרגע פגיעת כל אחד מהם בקרקע.

שאלה 6 \ פרק1

אוטובוס נוסע במהירות קבועה בנתיב השמאלי של כביש ישר דו נתיבי. בהמשך הכביש חונה מכונית בשול הכביש מצד ימין. כשהאוטובוס היה במרחק 75m לפני המכונית, המכונית מתחילה

לנוע בתאוצה קבועה ומשתלבת בנתיב הימני של הכביש. בוחרים את הרגע שבו המכונית התחילה בתנועה כ-$t=0$.

העקומות בגרף שלפניך מתארות את המהירויות של האוטובוס ושל המכונית כפונקציה של הזמן.



א. חשב את: (1) מהירות האוטובוס. (2) תאוצת המכונית.

ב. חשב באיזה זמן או זמנים האוטובוס והמכונית חולפים זה על פני זה. הסבר מהי המשמעות של התשובות שקיבלת?

ג. שרטט באותה מערכת צירים גרפים שמתארים את המיקום של שני כלי הרכב כפונקציה של הזמן מ-$t=0$ עד $t=20\text{s}$.

ד. בין שני זמני המפגש בין האוטובוס והמכונית, קיים זמן שבו המרחק ביניהם הוא מקסימלי. קבע את הזמן הזה, וחשב מה יהיה אז המרחק בין האוטובוס והמכונית.

שאלה 7 \ פרק1

תלמידה מחזיקה עגלה בקצה העליון של מישור משופע חלק. בזמן מסוים, היא משחררת את העגלה ממנוחה, ובזמן מאוחר יותר שנקבע להיות $t=0$ היא מתחילה למדוד, באמצעות חיישן, את מיקום העגלה כפונקציה של הזמן. מיקום העגלה ב-$t=0$ נקבע להיות $x=0$. להלן תוצאות המדידות:

0.12	0.1	0.08	0.06	0.04	0.02	0	t(s)
0.084	0.065	0.048	0.033	0.02	0.009	0	$x(m)$

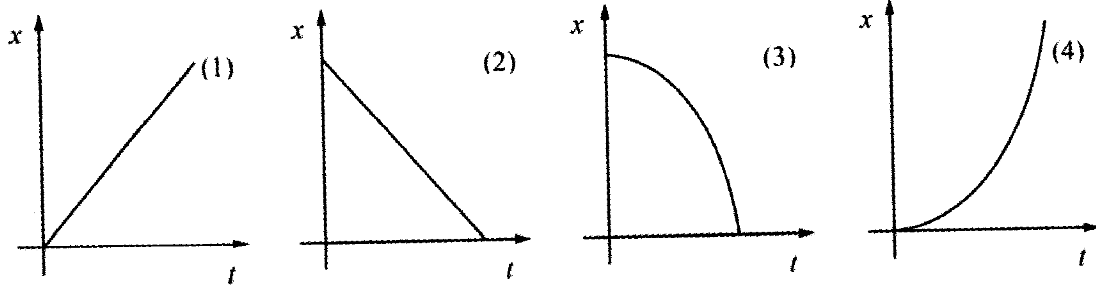
א. הסתמך על נתוני הטבלה וחשב את מהירות העגלה ב-$t=0.06\text{s}$. הסבר שיטת החישוב.

ב. חשב את מהירות העגלה בזמנים $t=0.02\text{s}, 0.04\text{s}, 0.08\text{s}, 0.1\text{s}$.

ג. העתק את הטבלה הנתונה למחברתך, הוסף לה שורה בה רשום את מהירויות העגלה בהתאם לזמנים הנתונים ושרטט גרף המציג את מהירות העגלה כפונקציה של הזמן.

ד. קבע, על פי הגרף שקיבלת, האם תאוצת העגלה קבועה או משתנה עם הזמן. אם התאוצה קבועה, חשב את גודלה, ואם התאוצה לא קבועה - הסבר.

ה. קבע איזה מבין הגרפים הבאים מתאר את מיקום העגלה כפונקציה של הזמן. נמק.



שאלה 8 \ פרק1

כדור 1 נזרק ב-$t=0$ מגג בניין הנמצא בגובה h מעל פני הקרקע במהירות התחלתית של $v_{01}=20\,\mathrm{m/s}$ בכיוון אנכי כלפי מעלה. באותו זמן נזרק כדור אחר, 2, מנקודה הנמצאת על הקרקע בתחתית הבניין, במהירות של $v_{02}=60\,\mathrm{m/s}$ בכיוון אנכי כלפי מעלה. שני הכדורים חולפים זה על פני זה ב-$t=4\mathrm{s}$. נתון שהתנגדות האוויר זניחה.

א. חשב את גובה הבניין, h.

ב. חשב את מיקום נקודת המפגש של הכדורים (נקודת המפגש היא המקום בו שני הכדורים חולפים זה ליד זה).

ג. חשב את המהירות של כל אחד משני הכדורים ברגע המפגש.

ד. שרטט, באותה מערכת צירים, גרפים המתארים באופן איכותי את המיקום כפונקציה של הזמן עבור שני הכדורים, החל מ-$t=0$ ועד רגע המפגש.

ה. חשב את הזמן שחולף מרגע זריקת כל כדור עד לפגיעתו בקרקע.

ו. שרטט באותה מערכת צירים גרפים שמתארים את המהירות כפונקציה של הזמן עבור שני הכדורים, החל מ-$t=0\mathrm{s}$ ועד רגע המפגש ביניהם.

שאלה 9 \ פרק1

מכונית חונה בשול כביש דו נתיבי בנקודה A. ברגע מסוים, שנבחר להיות $t=0$, המכונית מתחילה לנוע בנתיב הימני של הכביש בתאוצה קבועה של $2\,\mathrm{m/s^2}$. לאחר ארבע שניות חולף ליד הנקודה A אופנוע שנוסע במהירות קבועה של $25\,\mathrm{m/s}$ בכיוון תנועת המכונית.

א. בחר את הכיוון החיובי של ציר x בכיוון תנועת המכונית ו-$x=0$ בנקודה A, ורשום ביטוי למיקום כפונקציה של הזמן עבור המכונית והאופנוע.

ב. חשב את זמני המפגש בין המכונית והאופנוע, ואת מקומות המפגש, והסבר מהי משמעות התשובות שקיבלת?

ג. שרטט באותה מערכת צירים גרפים המתארים את המקום כפונקציה של הזמן עבור המכונית והאופנוע החל מ-$t=0\mathrm{s}$ עד $t=20\mathrm{s}$.

ד. חשב את המהירות הממוצעת של המכונית בין שני זמני המפגש עם האופנוע.

ה. חשב את המהירות המינימלית הדרושה לאופנוע על מנת שיוכל להשיג את המכונית.

ו. קבע באיזה זמן ובאיזה מיקום מתרחש המפגש בין האופנוע למכונית במצב המתואר בסעיף הקודם.

שאלה 10 \ פרק1

שתי מכוניות, מכונית 1 ומכונית 2, נמצאות במנוחה בשתי נקודות שונות על כביש ישר ומרוחקות 292m זו מזו. ב-$t=0$, המכונית 1 שנמצאת בצד שמאל מתחילה לנוע בתאוצה של $2\,\text{m/s}^2$ בכיוון המכונית 2 שנמצאת בצד ימין. כעבור שתי שניות, המכונית 2 מתחילה לנוע בכיוון המכונית הראשונה בתאוצה של $6\,\text{m/s}^2$.

בחר את הכיוון החיובי של ציר x בכיוון ימין, ואת $x=0$ להיות מיקום המכונית 1 ברגע $t=0$.

א. בטא את המיקום כפונקציה של הזמן עבור כל אחת משתי המכוניות החל מ-$t=0$.

ב. קבע מתי שתי המכוניות נפגשות, ובאיזה מיקום זה קורה.

ג. חשב את מהירות כל אחת משתי המכוניות ברגע המפגש.

ד. חשב את הזמן שלוקח לכל אחת משתי המכוניות להגיע לנקודת המוצא של המכונית השנייה.

ה. שרטט באותה מערכת צירים גרפים המתארים את המיקום כפונקציה של הזמן עבור כל אחת משתי המכוניות החל מ-$t=0$ עד לזמן הגעת כל אחת מהן לנקודת המוצא של המכונית האחרת.

שאלה 11 \ פרק1

שתי מכוניות 1 ו-2 נוסעות האחת אחרי השנייה בשני נתיבים שונים בכביש ישר. מהירות המכונית 1 היא 20m/s ומהירות המכונית 2 היא 40m/s. מכונית 1 מקדימה את מכונית 2. ברגע מסוים שנבחר להיות $t=0$ וכשהמרחק בין שתי המכוניות היה 111m (ראה תרשים), מחליט נהג המכונית 2 לעצור. הוא בולם ב-$t=1\text{s}$ ומהירותו מתחילה לקטון בקצב קבוע של $2\,\text{m/s}^2$.



א. בטא את המיקום של מכונית 1 כפונקציה של הזמן.

ב. בטא את המיקום של מכונית 2 כפונקציה של הזמן.

ג. האם מכונית 2 חולפת על פני מכונית 1 במהלך עצירתה.

ד. בסעיף הקודם התקבלו שתי תשובות. הסבר מהי המשמעות של שתי תשובות אלה.

ה. חשב את המהירות של מכונית 2 בזמני המפגש עם מכונית 1.

שאלה 12 \ פרק1

מקצה של גג בניין שגובהו 90m ביחס לפני הקרקע זורקים ב-$t=0$ גוף מסוים (גוף 1) בכיוון אנכי כלפי מעלה במהירות של 35m/s. לאחר שניה זורקים גוף נוסף (גוף 2) מנקודה אחרת מקצה אותו הגג, גם הפעם בכיוון אנכי כלפי מעלה ובמהירות של 40m/s. בוחרים את הכיוון החיובי של ציר y בכיוון מעלה ואת ראשית הציר, $y=0$, בגובה גג הבניין.

א. בטא את המקום ואת המהירות של גוף 1 כפונקציה של הזמן.

ב. בטא את המקום ואת המהירות של גוף 2 כפונקציה של הזמן 2.

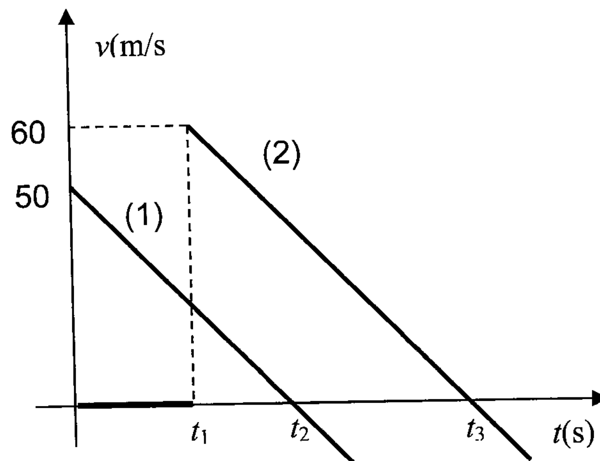
ג. חשב מתי והיכן שני הגופים חולפים זה על פני זה.

ד. קבע מהו כיוון תנועת כל אחד משני הגופים ברגע בו הגופים חולפים זה ליד זה.

ה. חשב כמה זמן חולף מרגע זריקת הגוף 1 עד לפגיעתו בקרקע.

שאלה 13 \ פרק1

ברגע $t=0$, זורקים גוף a מפני הקרקע בכיוון אנכי כלפי מעלה במהירות התחלתית v_1. לאחר שתי שניות זורקים גוף אחר, b, גם הוא בכיוון אנכי כלפי מעלה ובמהירות התחלתית v_2. הגרף שלפניך מתאר את המהירויות של כל אחד משני הגופים כפונקציה של הזמן החל מ- $t=0$.



א. קבע מהו הכיוון החיובי שנבחר לציר המהירות בשאלה זו? נמק.

ב. קבע איזו מבין שתי העקומות (1) או (2) מתאימה לגוף a ואיזו לגוף b. הסבר תשובתך.

ג. קבע את הזמנים t_1, t_2 ו- t_3 בגרף.

ד. בטא את המיקום של כל אחד משני הגופים כפונקציה של הזמן.

ה. חשב את הזמן שבו הגוף b חולף ליד הגוף a, וקבע באיזה מיקום זה קורה.

ו. חשב את הזמן שבו כל אחד משני הגופים פוגע בקרקע.

שאלה 14 \ פרק1

כדור a נזרק ב- $t=0$ מגג בנין, הנמצא בגובה 90m ביחס לקרקע, במהירות התחלתית של 35m/s בכיוון אנכי כלפי מטה. באותו זמן נזרק כדור אחר, b, מנקודה הנמצאת על הקרקע במהירות התחלתית של 50m/s בכיוון אנכי כלפי מעלה.

בחר את הכיוון החיובי של ציר y כלפי מעלה ואת ראשית הציר, $y=0$, על פני הקרקע.

א. בטא את המיקום y של כל אחד משני הכדורים כפונקציה של הזמן t.

ב. חשב מתי והיכן שני הכדורים נפגשים.

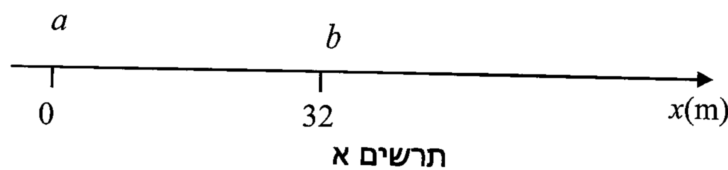
ג. חשב כמה זמן חולף מ- $t=0$ ועד לפגיעתו של כל אחד משני הכדורים בקרקע.

ד. שרטט גרף המתאר את המיקום של כדור a ביחס לכדור b, כלומר המרחק בין שני הכדורים $(d = y_a - y_b)$, החל מ-$t = 0$ עד לרגע פגיעת הכדור שפוגע ראשון בקרקע.

ה. הסבר את צורת הגרף שקיבלת בסעיף הקודם.

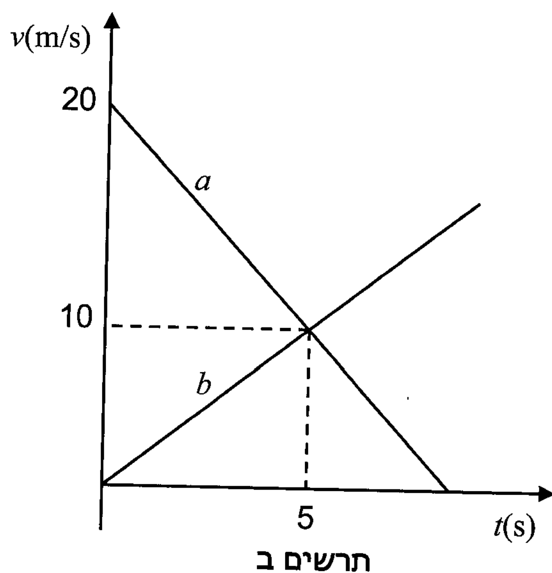
שאלה 15 \ פרק1

שתי מכוניות a ו-b נעות בקו ישר. בתרשים א' מתואר המיקום של כל אחת משתי המכוניות ב-$t = 0$.



תרשים א

הגרף המתואר בתרשים ב' מציג את המהירות של שתי המכוניות a ו-b כפונקציה של הזמן.



תרשים ב

א. תאר במילים את תנועת כל אחת משתי המכוניות.

ב. חשב את תאוצת כל אחת משתי המכוניות.

ג. מצא באיזה זמן (או זמנים) המכוניות חולפות זו על פני זו? הסבר את המשמעות של התשובות שאתה מקבל.

ד. חשב את המיקום של נקודות המפגש בין שתי המכוניות.

ה. חשב את זמן עצירתה של המכונית a.

ו. שרטט גרף שמתאר את המיקום של מכונית b ביחס למכונית a (כלומר גרף שמתאר את המרחק של מכונית b ממכונית a) כפונקציה של הזמן החל מ-$t = 0$ עד לרגע שבו המכונית a נעצרת.

ז. קבע על פי הגרף ששרטטת בסעיף הקודם, באיזה פרקי זמן המכונית a מקדימה את המכונית b, ובאיזה פרקי זמן המכונית b מקדימה את המכונית a. נמק.

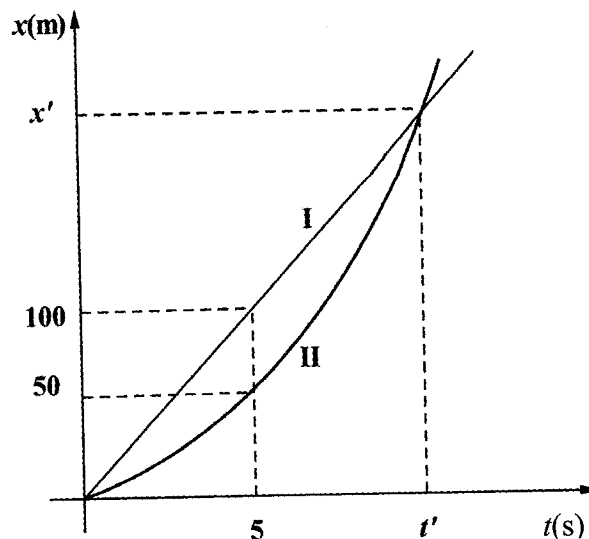
שאלה 16 \ פרק1

שוטר רכוב על אופנוע ונמצא במנוחה בשול כביש ישר. ברגע $t = 0$, חולף לידו רכב שנוסע במהירות קבועה, ובאותו הרגע השוטר מתחיל לנסוע אחריו בתאוצה קבועה. הגרף שלפניך מתאר את מיקום הרכב ואת מיקום האופנוע כפונקציה של הזמן.

א. קבע איזו מבין שתי העקומות מתארת את מיקום המכונית ואיזו מהן מתארת את מיקום האופנוע. הסבר את קביעתך.

ב. חשב את מהירות המכונית.

ג. חשב את תאוצת האופנוע.



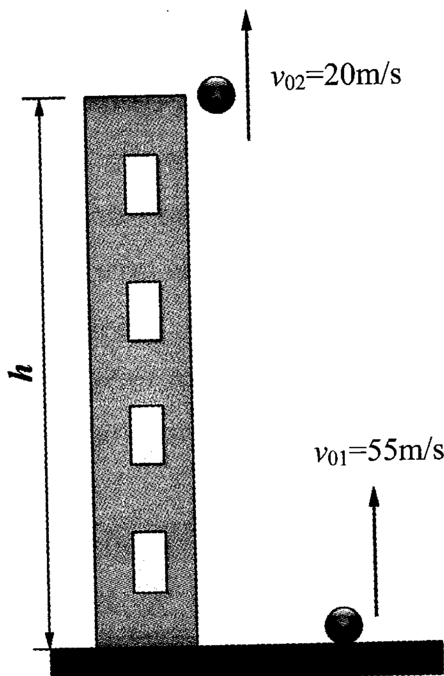
ד. חשב באיזה זמן האופנוע משיג את המכונית ובאיזה מיקום זה קורה? (מצא את t' ו x').

ה. חשב באיזה זמן המרחק בין האופנוע והמכונית הוא מקסימלי. חשב מרחק זה.

ו. שרטט גרף המתאר את מיקום הרכב ביחס לאופנוע כפונקציה של הזמן החל מ-$t=0$ עד לזמן המפגש ביניהם. כלומר גרף המתאר את מרחק הרכב מהאופנוע כפונקציה של הזמן.

שאלה 17 \ פרק1

ברגע מסוים $(t=0)$ זורקים שני כדורים בכיוון אנכי כלפי מעלה. כדור 1 נזרק מתחתית בניין במהירות של $v_{01}=55\,m/s$ בכיוון אנכי כלפי מעלה, וכדור 2 נזרק מנקודה הנמצאת בקצה גג הבניין שגובהו h במהירות של $v_{02}=20\,m/s$ בכיוון אנכי כלפי מעלה, כפי שמתואר בתרשים שלפניך.



הכדורים חולפים זה ליד זה בזמן-$t=3s$.

א. חשב את גובה הבניין, h.

ב. חשב את זמן פגיעת כל אחד משני הכדורים בקרקע.

ג. קבע מה צריך להיות הערך המינימלי של מהירות זריקת הכדור 1 על מנת ששני הכדורים יחלפו זה על פי זה.

ד. התייחס למהירויות הנתונות בגוף השאלה וקבע מה צריך להיות הגובה המקסימלי של הבניין על מנת ששני הכדורים יחלפו זה על פני זה במהלך תנועתם.

שאלה 18 \ פרק1

במהלך ניסוי זורקים בו-זמנית שני כדורים. הכדור 1 נזרק מפני הקרקע כלפי מעלה ליד בניין שגובהו h, וכדור 2 נזרק מגג הבניין כלפי מטה. בתרשים שלפניך מוצגות שתי עקומות המתארות את מהירויות שני הכדורים כפונקציה של הזמן עד פגיעתם בקרקע.

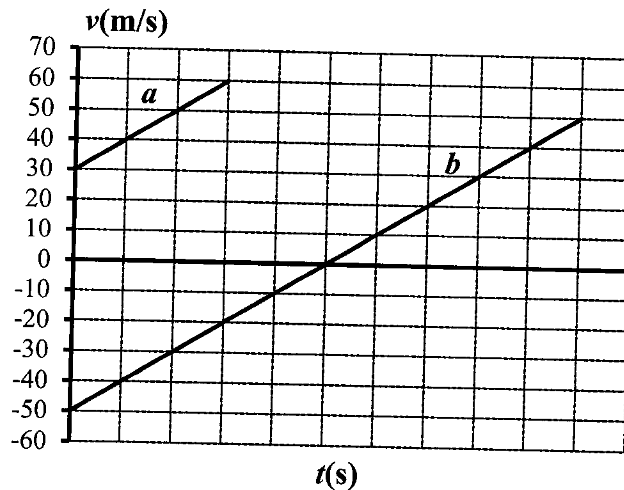
א. קבע איזה מבין שני הגרפים מתאר את המהירות של כדור 1 ואיזה מתאר את המהירות של כדור 2.

ב. קבע מהו הכיוון החיובי של ציר המהירות שנקבע בבעיה זו, כלפי מעלה או כלפי מטה.

ג. קבע מהם ערכי הזמן על ציר הזמן.

ד. חשב את גובה הבניין, h.

ה. חשב מתי והיכן במהלך תנועתם שני הכדורים חולפים זה על פני זה.



שאלה 19 \ פרק1

משגרים טיל מפני הקרקע בכיוון אנכי כלפי מעלה. הטיל משוגר ממנוחה בזמן $t=0$ ונע בתאוצה קבועה של $10\,\mathrm{m/s^2}$. בזמן $t=10\mathrm{s}$, מפסיק מנוע הטיל לעבוד. בזמן $t=12\mathrm{s}$ יורים ממקום השיגור פגז במהירות התחלתית של $200\,\mathrm{m/s}$ בכיוון אנכי כלפי מעלה על מנת לפגוע בטיל ולהשמידו. הפגז מחטיא את הטיל וחולף לידו. כוחות החיכוך עם האוויר ניתנים להזנחה. הנח שתאוצת הכובד קבועה לא משתנה עם הגובה.

א. בטא את מיקום הטיל כפונקציה של הזמן מ- $t=0$ עד הרגע שבו הוא חוזר לפני הקרקע.

ב. חשב את הזמן שבו הפגז חולף ליד הטיל.

ג. חשב את הזמן הכולל שחלף בין שיגור הטיל לחזרתו אל פני הקרקע.

ד. שרטט גרף המתאר את מהירות הטיל כפונקציה של הזמן החל מ- $t=0$ עד לרגע שבו הטיל פוגע בקרקע.

ה. היעזר בגרף ששרטטת בסעיף הקודם וחשב את הגובה המקסימלי אליו מגיע הטיל מעל פני הקרקע.

ו. חשב את הפרש הזמן בין הזמן שבו הפגז פוגע בקרקע והזמן שבו הטיל פוגע בקרקע.

שאלה 20 \ פרק1

מקצה הגג של בניין שגובהו $h=100\text{m}$ זורקים שני כדורים. הכדור הראשון (A) נזרק ב-$t=0$ במהירות התחלתית של $v_{0A}=40\text{m/s}$ בכיוון אנכי כלפי מטה. הכדור השני (B) נזרק כעבור זמן מסוים, T, במהירות של $v_{0B}=95\text{m/s}$ בכיוון אנכי כלפי מטה. נתון שהתנגדות האוויר זניחה.

א. חשב את הזמן הנדרש לכדור A לפגוע בקרקע.

ב. מצא כעבור כמה זמן (ביחס ל-$t=0$) הכדור B פוגע לקרקע. בטא את תשובתך באמצעות T.

ג. קבע מהו התנאי עבור הזמן T כדי שהכדור B ישיג את הכדור A לפני שהכדור A פוגע בקרקע?

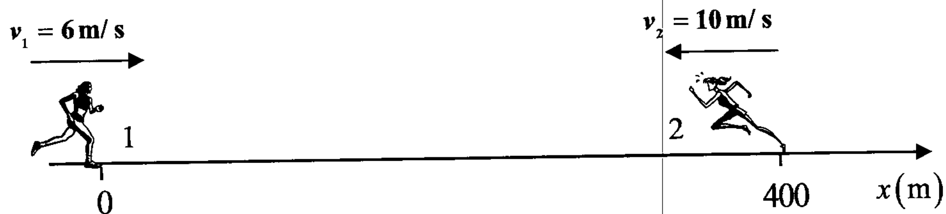
ד. נתון כעת כי $T=1.5\text{s}$.

(1) האם כדור B חולף על פני הכדור A לפני שהכדור A פוגע בקרקע? נמק.

(2) מצא מהי המהירות המינימלית שיש להקנות לכדור B כדי שיוכל להשיג את הכדור A לפני שהכדור A פוגע בקרקע? פרט את חישוביך.

שאלה 21 \ פרק1

שני אצנים רצים על מסלול ישר האחד לקראת השני. האצן 1 (בצד השמאלי באיור) רץ במהירות קבועה של 6m/s בכיוון ימין, ואצן 2 רץ במהירות קבועה של 10m/s בכיוון שמאל (ראה תרשים). ברגע מסוים $(t=0)$ המרחק בין שני האצנים היה 400m.



בוחרים את הכיוון החיובי של ציר x בכיוון ימין, ואת ראשית הצירים $(x=0)$ במיקום האצן שבצד שמאל (אצן 1) בזמן $t=0$.

א. בטא את המיקום של כל אחד משני האצנים, 1 ו-2 כפונקציה של הזמן.

ב. חשב את זמן המפגש בין שני האצנים ואת מיקום נקודת המפגש.

ג. חשב את זמן הגעת כל אחד משני האצנים לנקודת המוצא של האצן האחר.

ד. שרטט גרף שמתאר את המיקום של האצן 2 ביחס לאצן 1 (המרחק של האצן 2 מהאצן 1) כפונקציה של הזמן החל מ-$t=0$ ועד לרגע המפגש ביניהם.

ה. מה מייצג שיפוע הגרף ששרטטת בסעיף הקודם?

שאלה 22 \ פרק 1

מכונית א' עוצרת בצומת בשל רמזור אדום. ברגע $t=0$ הרמזור מתחלף לירוק והמכונית מתחילה לנסוע בתאוצה קבועה של 4m/s^2. כעבור שתי שניות חולפת מכונית ב' באותו מיקום בו עמדה

קודם מכונית א'. מכונית זו נוסעת בנתיב הצמוד לנתיב של מכונית א' במהירות קבועה של 90km/h ובאותו כיוון של תנועת מכונית א'.

בחר את הכיוון החיובי של ציר x בכיוון תנועת המכוניות, קבע את ראשית הציר $(x=0)$ במיקום מכונית א' ברגע $t=0$ וענה על השאלות הבאות:

א. בטא את המיקום של מכונית א' כפונקציה של הזמן.

ב. בטא את המיקום של מכונית ב' כפונקציה של הזמן.

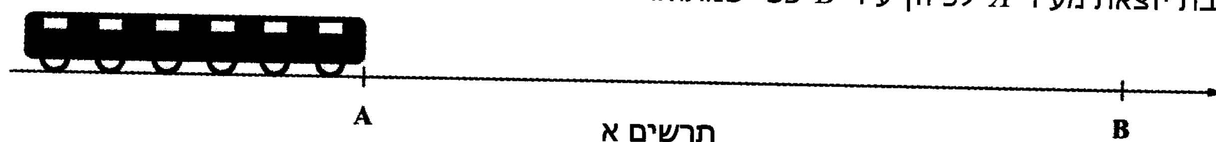
ג. חשב את זמני המפגש ואת המיקום של נקודות המפגש של שתי המכוניות.

ד. הסבר במלים את משמעות התשובות שקיבלת בסעיף הקודם.

ה. שרטט באותה מערכת צירים שני גרפים המתארים את המיקום כפונקציה של הזמן עבור כל אחת משתי המכוניות מ-$t=0$ עד לזמן שבו שתי המכוניות נפגשות בפעם השנייה.

שאלה 23 \ פרק1

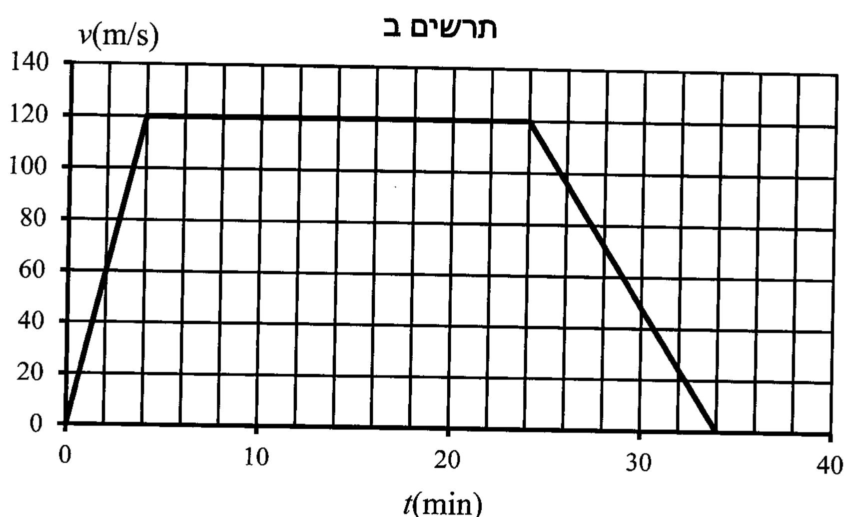
רכבת יוצאת מעיר A לכיוון עיר B כפי שמתואר בתרשים א'.



תרשים א

הרכבת נעה בקו ישר. הגרף שלפניך (תרשים ב') מתאר את מהירות הרכבת כפונקציה של הזמן מהרגע שיצאה מהעיר A עד לרגע הגעתה לעיר B (שים לב ליחידות הזמן).

תרשים ב



א. שרטט גרף המתאר את תאוצת הרכבת כפונקציה של הזמן.

ב. חשב את המרחק בין הערים A ו-B.

ג. חשב את המהירות הממוצעת של הרכבת בתנועתה מ-A אל B.

ד. נתון שב-$t=0$ אופנוע יוצא מהעיר B ונוסע לכיוון העיר A במהירות קבועה של 144km/h. האופנוע נוסע בכביש ישר שמחבר בין שתי הערים B ו-A, ומקביל למסילת הרכבת.

1) חשב את מיקום הרכבת ואת מיקום האופנוע ב-$t=4\text{min}$.

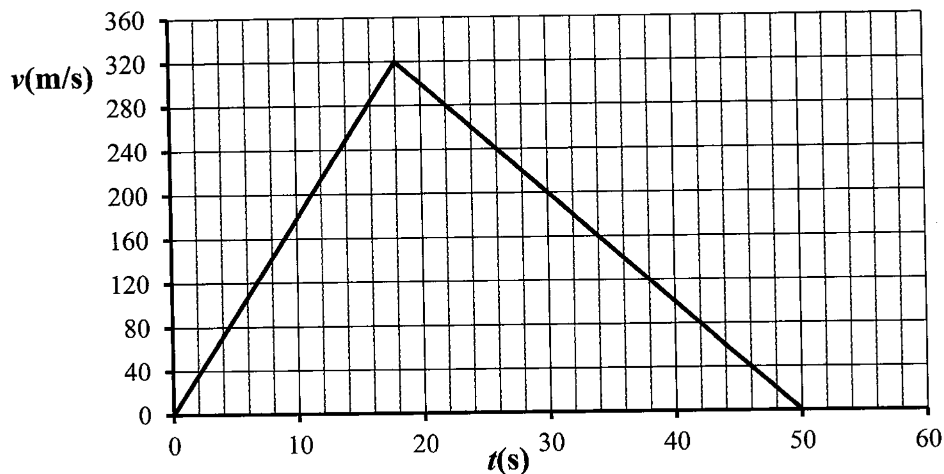
(2) חשב את מיקום הרכבת ואת מיקום האופנוע ב- $t = 24\min$.
(3) חשב מתי והיכן האופנוע והרכבת חולפים זה ליד זה.

שאלה 24 \ פרק1

הגרף שלפניך מתאר את המהירות של טיל כפונקציה של הזמן. הטיל שוגר מפני הקרקע בכיוון אנכי כלפי מעלה. מנועו פעל עד לרגע מסוים ולאחר מכן הטיל המשיך לנוע תחת השפעת כוח הכובד בלבד. כוח החיכוך עם האוויר ניתן להזנחה.

ענה על השאלות הבאות בהנחה שתאוצת הכובד של כדה"א קבועה ולא משתנה עם הגובה.

א. חשב את תאוצת הטיל לפני שהמנוע שלו הפסיק לעבוד.
ב. חשב את גובה הטיל מפני הקרקע בזמן בו מנוע הטיל הפסיק לעבוד.
ג. חשב את הגובה המקסימלי אליו מגיע הטיל ביחס לפני הקרקע.
ד. חשב כמה זמן אחרי השיגור פגע הטיל בקרקע.
ה. העתק את הגרף למחברתך והמשך אותו עד לרגע הגעת הטיל לפני הקרקע.



ברגע שבו הטיל הגיע לגובה המקסימלי, משגרים טיל אחר ממנוחה מהקרקע בכיוון אנכי כלפי מעלה במטרה לפוצץ את הטיל הראשון. הטיל השני נע בתאוצה של $30\,m/s^2$.

ו. חשב את הזמן ואת המיקום שבו הטיל השני פוגע בטיל הראשון.

שאלה 25 \ פרק1

על מנת לחקור את התנועה בזריקה אנכית כלפי מעלה, קבוצת תלמידים ערכו את הניסוי הבא:
הם הצמידו חיישן אל קורת עץ, עלו (בהשגחת מדריך) לגג בניין והחזיקו את הקורה במישור הגג כך שהקצה שלה נמצא באוויר כפי שמתואר בתרשים א'.

באמצעות מכשיר המיועד לכך, התלמידים שגרו מפני הקרקע (תחתית הבניין) כדור קטן בכיוון אנכי כלפי מעלה, לכיוון החיישן. הכדור שוגר במהירות התחלתית v_0 בזמן $t = 0$.
החיישן מדד את המרחק של הכדור ביחס אליו, כפונקציה של הזמן החל מ-$t = 0$. בתרשים ב'

מוצגות תוצאות המדידות.

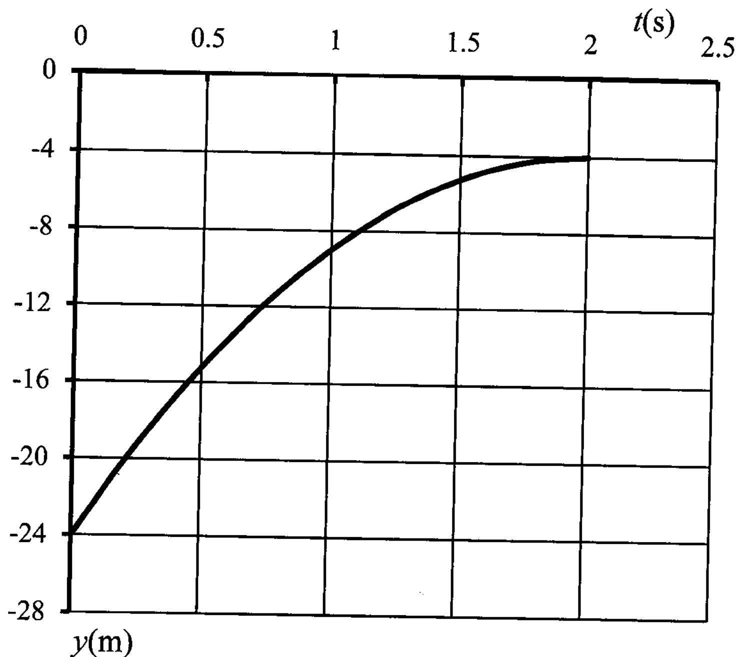
נתון כי התנגדות האוויר זניחה.

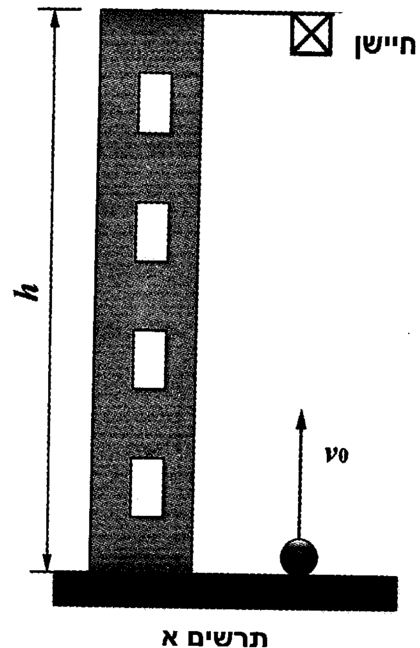
א. קבע מהו הכיוון החיובי שנבחר בבעיה זו? נמק.

ב. חשב את גובה הבניין.

ג. חשב את המהירות ההתחלתית שבה שוגר הכדור. פרט את חישוביך.

ד. העתק את הגרף למחברת והשלם אותו עד לרגע חזרת הכדור לפני הקרקע.





תרשים א

נניח שברגע שבו הכדור נזרק כלפי מעלה, החיישן מתנתק מהקורה ונופל נפילה חופשית. במהלך נפילתו החיישן ממשיך למדוד את המיקום של הכדור ביחס אליו.

ה. מצא באיזה זמן ובאיזה מיקום מתנגשים החיישן והכדור זה בזה.

ו. שרטט גרף שמתאר את מיקום הכדור ביחס לחיישן מרגע תחילת נפילת החיישן עד לרגע שבו החיישן והכדור מתנגשים זה בזה.

שאלה 26 \ פרק1

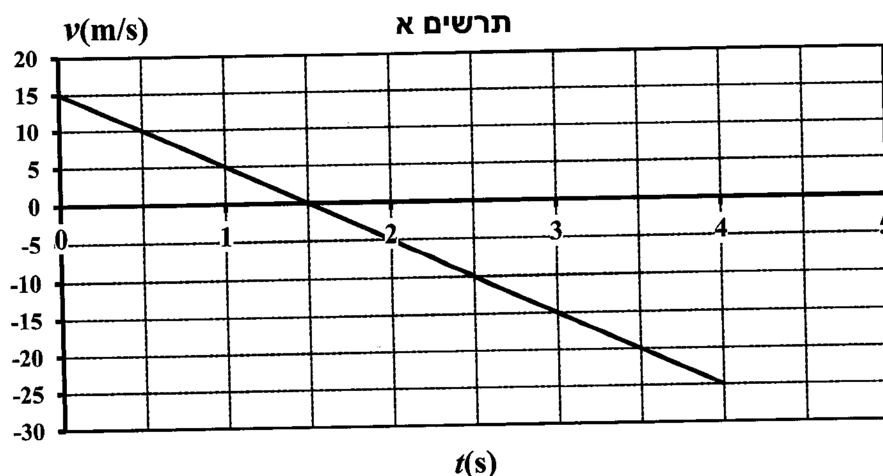
תלמידים ערכו את הניסוי הבא:

הם עלו לגג בניין, זרקו ממנו כדור בכיוון אנכי כלפי מעלה ומדדו את מהירותו החל מרגע הזריקה ועד לרגע פגיעתו בקרקע. על סמך תוצאות המדידות הם ציירו גרף של מהירות הכדור כפונקציה של הזמן המתואר בתרשים א', כשרגע הזריקה הוגדר כ- $t=0$.

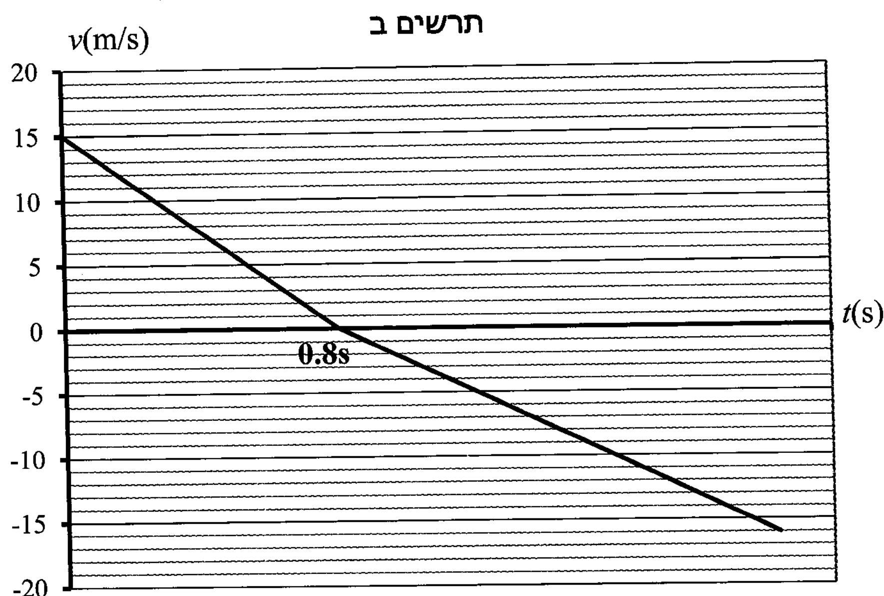
א. קבע על פי הגרף אם בניסוי זה קיים חיכוך בין הכדור והאוויר. הסבר את תשובתך.

ב. קבע את הזמן בו הכדור מגיע לגובה המקסימלי. חשב גובה מקסימלי זה (ביחס לנקודת הזריקה).

ג. חשב את גובה הבניין.



התלמידים חזרו על אותו ניסוי מהגג של אותו הבניין, אבל הפעם עם כדור אחר, שהחיכוך בינו לבין האוויר אינו זניח. תוצאות חלק מהמדידות מוצגות בתרשים ב', עד לפגיעת הכדור בקרקע (במהירות של $16 m/s$ כלפי מטה).



ד. חשב כמה זמן הכדור שהה באוויר.

ה. חשב את תאוצת הכדור במהלך העלייה ואת תאוצתו במהלך הירידה.

ו. חשב את המהירות הממוצעת של הכדור בפרק הזמן מ- $t=0$ עד לפגיעתו בקרקע.

שאלה 27 \ פרק1

הגרף המתואר בתרשים שלפניך מתאר את המיקום של מכונית הנעה בקו ישר כפונקציה של הזמן. נתון כי תאוצת המכונית קבועה בפרקי הזמן בהם המהירות משתנה.

א. תאר במלים את תנועת המכונית.

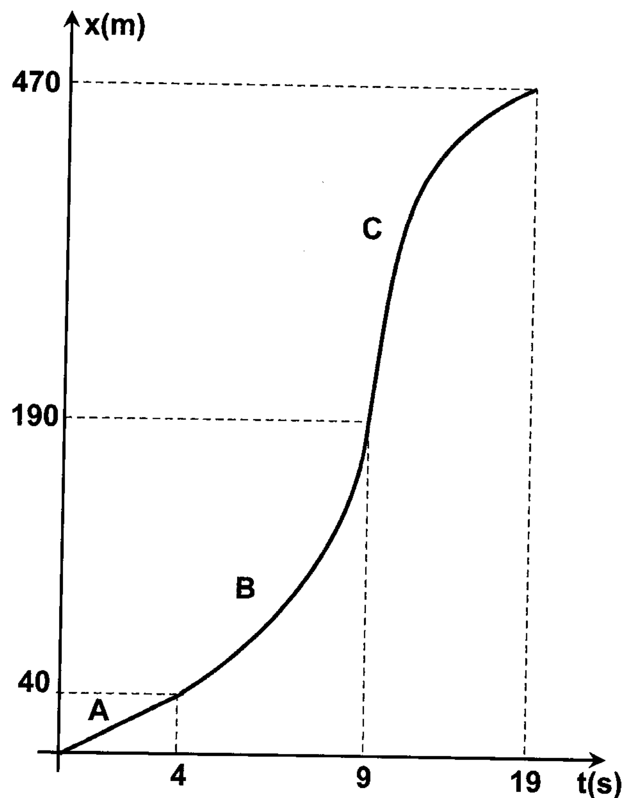
ב. חשב את מהירות המכונית בפרק או בפרקי הזמן שבהם המהירות קבועה.

ג. חשב את תאוצת המכונית בפרק או בפרקי הזמן שבהם המהירות אינה קבועה.

ד. שרטט גרף המתאר את מהירות המכונית כפונקציה של הזמן מ-$t=0$ עד $t=19s$.

ה. קבע, ללא חישוב, את גודל השטח הכלוא בין גרף המהירות (אותו שרטטת בסעיף הקודם) וציר הזמן מ-$t=0$ עד $t=19s$.

ו. חשב את המהירות הממוצעת של המכונית בפרק הזמן מ-$t=0$ עד $t=19s$.

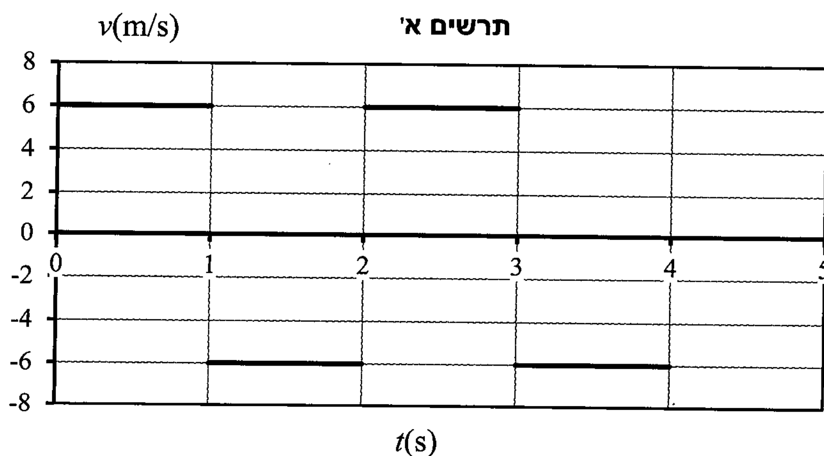


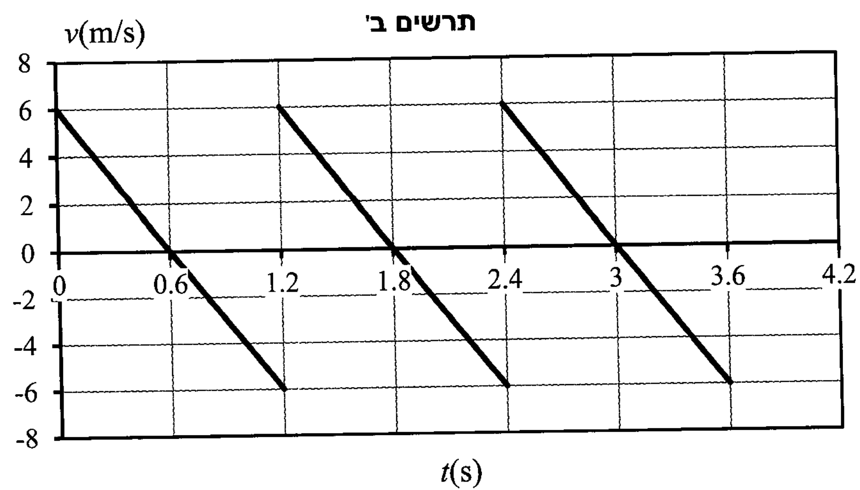
שאלה 28 \ פרק1

מבצעים שני ניסויים שבהם מודדים את המהירות כפונקציה של הזמן עבור שני כדורים שונים הנמצאים בתנועה. הכדור הראשון מקפץ על הרצפה האופקית בכיוון אנכי. בכל פעם שהכדור מתנגש ברצפה הוא מוחזר מעלה במהירות שגודלה שווה לזו בה פגע ברצפה.

הכדור השני נע הלוך וחזור, בין שני קירות זקופים, על גבי משטח אופקי חלק. בכל פעם שהכדור מתנגש בקיר הוא מוחזר במהירות שגודלה זהה למהירות הפגיעה.

תוצאות המדידות מוצגות בגרפים א' ו-ב' שלפניך.





א. קבע איזה מבין שני הגרפים מתאר את מהירות הכדור הראשון ואיזה גרף מתאר את מהירות הכדור השני. הסבר את קביעתך.

ב. חשב את המרחק בין שני הקירות.

ג. חשב את הגובה המקסימלי אליו מגיע הכדור המקפץ על הרצפה? פרט את חישוביך.

ד. חשב את הזמן שחולף בין שתי פגיעות בקרקע של הכדור המקפץ.

ה. שרטט שני גרפים המתארים באופן איכותי את המיקום של כל אחד משני הכדורים כפונקציה של הזמן.

פתרונות שאלות פרק 1 – תנועה לאורך קו ישר

פתרון שאלה 1\פרק 1

א. כאשר מהירות הגוף חיובית הוא נע בכיוון החיובי, וזה מתקיים בפרק הזמן מ-$t=0$ עד $t=14\text{s}$. כאשר מהירות הגוף שלילית הוא נע בכיוון השלילי, וזה מתקיים בפרק הזמן מ-$t=14\text{s}$ עד $t=21\text{s}$.

ב. הגוף מאיץ בתנועתו בכיוון החיובי כאשר מהירותו חיובית וגם תאוצתו חיובית (שיפוע הגרף חיובי), וזה מתקיים בפרק הזמן מ-$t=0$ עד $t=5\text{s}$.

הגוף מאט בתנועתו בכיוון החיובי כאשר מהירותו חיובית ותאוצתו שלילית, וזה מתקיים בפרק הזמן מ-$t=10\text{s}$ עד $t=14\text{s}$.

ג. הגוף מאיץ בתנועתו בכיוון השלילי כאשר מהירותו שלילית וגם תאוצתו שלילית, כלומר בפרק הזמן מ-$t=14\text{s}$ עד $t=16\text{s}$.

הגוף מאט בתנועתו בכיוון השלילי כאשר מהירותו שלילית ותאוצתו חיובית, כלומר בפרק הזמן מ-$t=16\text{s}$ עד $t=21\text{s}$.

ד. בפרק הזמן מ-$t=10\text{s}$ עד $t=14\text{s}$ הגוף נע בכיוון החיובי בתאוצה שלילית קבועה, כלומר הוא מאט בקצב קבוע. ב-$t=14\text{s}$ הוא נעצר רגעית, ולאחר מכן הוא מתחיל לנוע בכיוון השלילי בתאוצה קבועה עד ל-$t=16\text{s}$.

$t=14\text{s}$ הוא רגע בפרק הזמן שבו יש תאוצה קבועה והיא: $a=\dfrac{\Delta v}{\Delta t}=\dfrac{-30}{6}=-5\,\text{m/s}^2$,

כאשר בפרק זמן זה המהירות יורדת בכל שנייה בשיעור קבוע של 5m/s, לכן גם בזמן זה $(t=14\text{s})$ התאוצה היא -5m/s^2.

ה. ההעתק הכולל של הגוף מ-$t=0\text{s}$ עד $t=21\text{s}$ הוא השטח הכלוא בין עקומת המהירות ובין ציר הזמן (כולל הסימן):

$$\Delta x_T=S_1+S_2=\frac{14+5}{2}\times 20+\frac{7\times(-10)}{2}=$$
$$=190-35=155\,\text{m}$$

הדרך שהגוף עבר בפרק זמן זה שווה לסכום ההעתקים החלקיים בערכם המוחלט:

$$s=|\Delta x_1|+|\Delta x_2|=\left|\frac{14+5}{2}\times 20\right|+\left|\frac{7\times(-10)}{2}\right|=$$
$$=|190|+|-35|=225\,\text{m}$$

ה. $\bar{v}=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}=\dfrac{155}{21}=7.38\,\text{m/s}$

המשמעות של מהירות זו היא: המהירות הקבועה (גודל וכיוון) שאם הגוף ינוע בה העתקו, באותו פרק זמן, יהיה זהה.

פתרון שאלה 2\פרק 1

א. הגוף נע בתאוצה בקטע $0-5\text{cm}$. במהירות קבועה בקטע $5-11\text{cm}$ ובתאוטה בתחום $11-21\text{cm}$.

ב. הזמן שחולף מתחילת התנועה ועד סיומה שווה ל- $\Delta t=18\times(0.2\text{s})=3.6\text{s}$, כאשר יש 18 פרקי זמן עוקבים שכל אחד מהם 0.2s. בפרק זמן זה, העתק הגוף הוא $\Delta x=21\text{cm}$. לכן:

$$\bar{v}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{21\text{cm}}{3.6\text{s}}=5\tfrac{5}{6}\,\text{cm/s}$$

ג.

(1) בקטע $0-5\text{cm}$:

על מנת לחשב את תאוצת הגוף, נשתמש בקשר: $\Delta x_1=v_0\Delta t+\frac{1}{2}a_1(\Delta t_1)^2$, כאשר $\Delta x_1=5\text{cm}$, $\Delta t_1=5(0.2)=1\text{s}$ ו- $v_0=0$.

נציב ונקבל:

$$5=\tfrac{1}{2}a_1(1)^2 \quad \Rightarrow a_1=10\,\text{cm/s}^2$$

בקטע $11-21\text{cm}$:

בקטע זה של המסלול, הגוף נע בתאוטה, כאשר $v_0=10\,\text{cm/s}$, $\Delta x_2=21-11=10\,\text{cm}$ ו- $\Delta t_2=10(0.2)=2\,\text{s}$. מכאן נקבל:

$$\Delta x_2=v_0(\Delta t_2)+\tfrac{1}{2}a_2(\Delta t_2)^2$$

$$10=10(2)+\tfrac{1}{2}a_2(2)^2 \quad \Rightarrow a_2=-5\,\text{cm/s}^2$$

(2) בקטע $5-11\text{cm}$ מהירות הגוף קבועה וגודלה:

$$v=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{11-5}{3(0.2)}=10\,\text{cm/s}$$

ד.

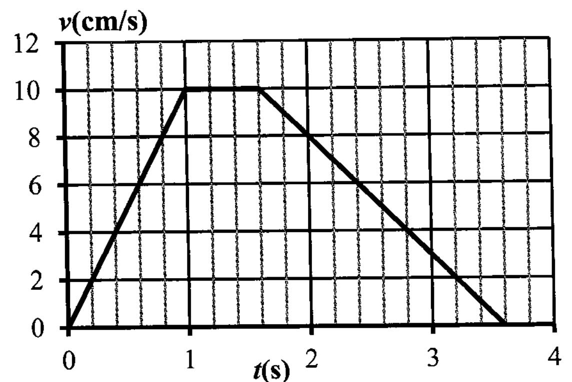
(1) בפרק הזמן $(0-1\text{s})$: $v=10t$.

(2) בפרק הזמן $(1-1.6\text{s})$: $v=10\,\text{cm/s}$.

(3) בפרק הזמן $(1.6-3.6\text{s})$:

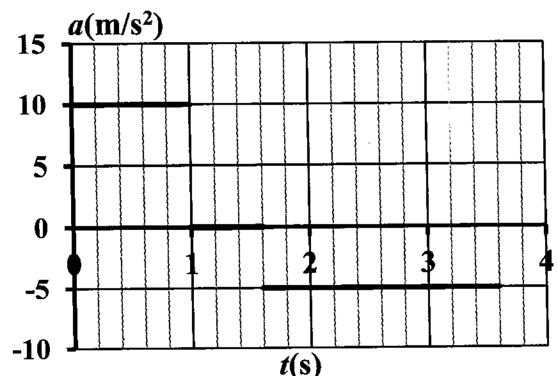
$v=10-5(t-1.6)$.

מכאן נקבל את הגרף הבא:



ה. שטח זה מבטא את העתק הגוף בפרק הזמן $0-3.6\text{s}$, שגודלו 21cm.

ו. הגרף הבא מתאר את תאוצת הגוף כפונקציה של זמן:



ז. המיקום כפונקציה של הזמן מתואר על ידי הפונקציה הבאה:

$$x(t)=\begin{cases}5t^2 & 0-1\text{s}\\ 5+10t & 1-1.6\text{s}\\ 11+10(t-1.6)-2.5(t-1.6)^2 & 1.6-3.6\text{s}\end{cases}$$

הגרף המתאים לביטוי זה הוא גרף (1).

פתרון שאלה 3\פרק 1

א. הגוף נע בכיוון החיובי כאשר מהירותו חיובית, וזה מתקיים בפרק הזמן: $0-10\text{s}$.

הגוף נע בכיוון השלילי כאשר מהירותו שלילית, וזה מתקיים בפרק הזמן: $10-20\text{s}$.

ב. הגוף מאיץ בכיוון החיובי כאשר מתקיים: $v>0$ ו- $a>0$. מכיוון שבמקרה זה התאוצה היא שיפוע הגרף, מסיקים מכך שהגוף מאיץ בכיוון החיובי כאשר המהירות חיובית והגרף עולה וזה מתקיים בפרק הזמן $0-5\text{s}$.

הגוף מאט במהלך תנועתו בכיוון החיובי כאשר מתקיים: $v>0$ ו- $a<0$, כלומר כאשר המהירות חיובית והגרף יורד, וזה מתקיים בפרק הזמן $0-5\text{s}$.

ג. הגוף מאיץ במהלך תנועתו לכיוון השלילי כאשר מתקיים: $v<0$ ו- $a<0$, כלומר כאשר המהירות שלילית והגרף יורד, וזה מתקיים בפרק הזמן $10-15\text{s}$.

הגוף מאט בתנועתו לכיוון השלילי כאשר מתקיים: $v<0$ ו- $a>0$, כלומר כאשר המהירות שלילית והגרף עולה, וזה מתקיים בפרק הזמן $15-20\text{s}$.

ד. המהירות הממוצעת של הגוף בפרק זמן מסוים Δt נתונה על ידי: $\bar{v}=\Delta x/\Delta t$, כאשר Δx הוא העתק הגוף בפרק זמן זה.

(1) בפרק הזמן מ- $t=0$ עד $t=20\text{s}$, מתקיים: $\Delta x=0$, כאשר Δx הוא השטח הכלוא בין

העקומה ובין ציר הזמן מ-$t=0$ עד $t=20\text{s}$ מכאן ש-$\bar{v}$ בפרק זמן זה הוא אפס.

(2) על מנת למצוא את העתק הגוף בפרק זמן המבוקש, יש לחשב את השטח הכלוא בין הגרף ובין ציר הזמן בפרק זמן זה. בין הגרף ובין ציר הזמן יש כ-126 מלבנים קטנים, ושטח כל מלבן קטן הוא: $\left(0.2\frac{\text{m}}{\text{s}}\times 0.5\text{s}\right)$. מכאן:

$$\Delta x=\left(0.2\tfrac{\text{m}}{\text{s}}\times 0.5\text{s}\right)\times 126=12.6\text{m}$$

לכן:

$$\bar{v}(0\rightarrow 10\text{s})=\frac{12.6\text{m}}{10\text{s}}=1.26\text{m/s}$$

ה. מכיוון שתאוצת הגוף שווה לשיפוע הגרף הנתון, התאוצה מתאפסת בזמנים שבהם שיפוע הגרף מתאפס, וזה קורה בזמנים: $t=5\text{s}$ ו-$t=15\text{s}$.

ו. נשתמש בקשר: $a=\lim\limits_{x\to\infty}\frac{\Delta v}{\Delta t}$. כמובן ש-$\Delta t$ הקטן ביותר האפשרי במגבלת הדיוק של הגרף הוא ההפרש בין שני הזמנים הכי קרובים לזמן הנתון, אחד אחרי ואחד לפני. לכן נקבל:

(1)

$$a(2\text{s})=\frac{v(2.5)-v(1.5)}{2.5-1.5}=\frac{1.4-1}{1}=0.4\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

(2)

$$a(4\text{s})=\frac{v(4.5)-v(3.5)}{4.5-3.5}=\frac{2-1.8}{1}=0.2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

(3)

$$a(7\text{s})=\frac{v(7.5)-v(3.5)}{7.5-6.5}=\frac{1.4-1.8}{1}=-0.4\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

ז. הגוף מתחיל לנוע ממנוחה ב-$t=0$ ונע בכיוון החיובי בתאוצה שהולכת וקטנה עד $t=5\text{s}$. כלומר בפרק זמן זה מהירות הגוף הולכת וגדלה, אבל בקצב שהולך וקטן. ב-$t=5\text{s}$ תאוצת הגוף מתאפסת, ומהירותו מגיעה לערך מקסימלי. לאחר $t=5\text{s}$ הגוף ממשיך לנוע בכיוון החיובי, אבל בתאוטה שהולכת וגדלה, כלומר מהירות הגוף (שהיא חיובית) הולכת וקטנה בקצב שהולך וגדל עד שהיא מתאפסת ב-$t=10\text{s}$. בזמן זה הגוף נמצא בנקודה המרוחקת ביותר בכיוון החיובי, ביחס לנקודת המוצא.

פתרון שאלה 4\פרק 1

א. עקומה a מתארת את המהירות של מכונית 1, והעקומה b מתארת את המהירות של מכונית 2.

ב. המהירות של מכונית (1) כפונקציה של הזמן מתוארת על ידי:

$$v_1(t)=v_{01}+a_1t=-30+2t$$

המהירות של המכונית השנייה כפונקציה של הזמן בחלק השני של התנועה מתוארת על ידי:

$$v_2(t)=v_2(t=4)+a_2(t-4)=$$
$$=25-4(t-4)$$

מכונית 1 נעצרת בזמן t_1 המקיים:

$$-30+2t_1=0 \qquad \Rightarrow t_1=15\text{s}$$

מכונית 2 נעצרת בזמן t_2 המקיים:

$$25-4(t_2-4)=0 \qquad \Rightarrow t_2=10.25\text{s}$$

ג. נחשב קודם את ההעתק שכל אחת מהמכוניות עברה עד לעצירה.

$$\Delta x_1=\frac{v_2^2-v_1^2}{2a}=\frac{0-(-30)^2}{2(2)}=-225$$

$$\Delta x_2=25\times 4+\frac{0-(25)^2}{2(-4)}=178.125\text{m}$$

שתי המכוניות עוברות ביחד מרחק שהוא:

$s=|\Delta x_1|+|\Delta x_2|=225+178.125=$
$=403.125\,\text{m}$

מכיוון שמרחק זה קטן מהמרחק ההתחלתי שהיה בין שתי המכוניות ב-$t=0$, שהוא $500\,\text{m}$, ניתן להסיק מכך שהן לא מתנגשות זו בזו.

ד. לפי הסעיף הקודם, המרחק הקטן ביותר בין שתי המכוניות ב-$t=0$ על מנת שלא תתרחש התנגשות בין שתי המכוניות הוא: $403.125\,\text{m}$.

ה. נבטא קודם את המיקום כפונקציה של הזמן עבור כל אחת משתי המכוניות. לשם כך נבחר את $x=0$ במיקום מכונית 2 ב-$t=0$, ונקבל:

$x_1=x_{01}+v_{01}t+\frac{1}{2}at^2=336-30t+t^2$

$x_2=25\times 4+25(t-4)-2(t-4)^2$

שתי המכוניות מתנגשות כאשר

$336-30t+t^2=25\times 4+25(t-4)-2(t-4)^2$
$\Rightarrow 336-30t+t^2=25t-2t^2+16t-32$
$\Rightarrow 3t^2-71t+368=0$

הפתרונות של משוואה ריבועית זו הם:

$$t_{1,2}=\frac{71\pm\sqrt{71^2-4(3)(368)}}{2(3)}$$

$\Rightarrow t_1=7\frac{2}{3}\text{s},\quad t_2=16\,\text{s}$

נבחר את הזמן $t=7\frac{2}{3}\text{s}$. הפתרון השני, $t=16\,\text{s}$, מתקיים אם שתי המכוניות עוברות זו על פני זו בזמן $t=7\frac{2}{3}\text{s}$ וממשיכות לנוע כל אחת באותה תאוצה, נעצרות ברגע מסיים וחוזרות (בגלל השפעת התאוצה) ונפגשות שוב ב-$t=16\,\text{s}$. זאת, בדומה למתרחש בזריקה אנכית כלפי מעלה.

מיקום ההתנגשות הוא: $x=164\,{}^{7}\!/_{9}\,\text{m}$

ו. $v_1=-30+2t=-30+2(7\frac{2}{3})=-14\frac{2}{3}\,\text{m/s}$

$v_2=25-4(t-4)=25-4(7\frac{2}{3}-4)=10\frac{1}{3}\,\text{m/s}$

פתרון שאלה 5\פרק 1

א. $y_a(t)=\frac{1}{2}gt^2$.

ב. $y_b(t)=v_0(t-3)+\frac{1}{2}g(t-3)^2$

ג. קודם נמצא את הזמן הדרוש לגוף a לפגוע בקרקע:

$y_a(t)=\frac{1}{2}gt^2=320 \qquad \Rightarrow t=8\,\text{s}$

הערך המינימלי עבור v_0 הוא זה המקיים את התנאי שהמפגש בין שני הכדורים מתרחש על פני הקרקע, כלומר מקיים:

$y_b(8\,\text{s})=320\,\text{m}$
$\Rightarrow v_{0\min}(8-3)+\frac{1}{2}g(8-3)^2=320$

$v_{0\min}=39\frac{\text{m}}{\text{s}}$

ד. לפי הציר שנבחר בבעיה, המפגש בין שני הגופים מתרחש כעת בנקודה:

$y=320-140=180\,\text{m}$

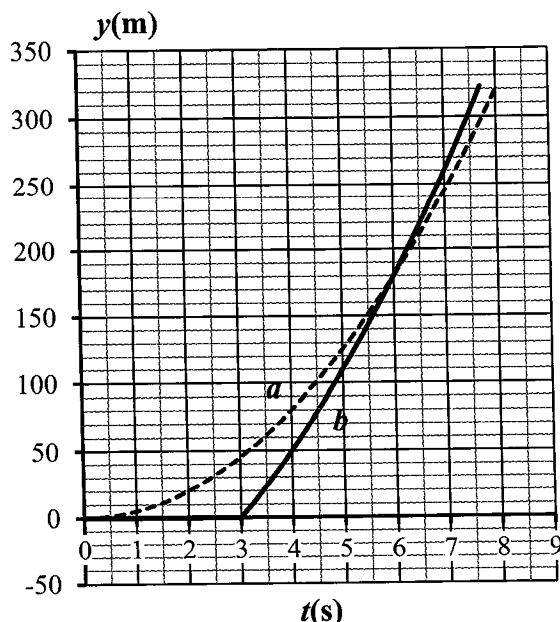
הזמן עד למפגש הוא הזמן הדרוש לגוף a להגיע ל-$y=180\,\text{m}$:

$y_a(t)=\frac{1}{2}gt^2=180 \qquad \Rightarrow t=6\,\text{s}$

לכן צריך להתקיים:

$y_b(6)=180\,\text{m}$
$\Rightarrow v_0(6-3)+\frac{1}{2}g(6-3)^2=180$
$\Rightarrow v_0=45\,\text{m/s}$

ה.



כאשר זמן פגיעת הגוף a בקרקע הוא 8s. זמן פגיעת הגוף b בקרקע הוא:

$$45(t-3)+5(t-3)^2=320$$

$$\Rightarrow 5t^2+15t-410=0$$

$$\Rightarrow t^2+3t-82=0 \quad \Rightarrow t=7.7\text{s}$$

פתרון שאלה 6\פרק 1

א.

(1) מהירות האוטובוס היא 20m/s.

(2) תאוצת המכונית היא שיפוע הגרף שהוא 2m/s^2.

ב. נבטא קודם את המיקום כפונקציה של הזמן עבור שני כלי הרכב. נבחר כ-$x=0$ את המיקום של האוטובוס ב-$t=0$ ונקבל:

עבור האוטובוס: $x_1=20t$.

עבור המכונית: $x_2=75+t^2$.

האוטובוס והמכונית נפגשים כאשר:

$$t^2+75=20t$$

$$\Rightarrow t^2-20t+75=0$$

$$\Rightarrow (t-5)(t-15)=0$$

$$\Rightarrow t_1=5\text{s},\quad t_2=15\text{s}$$

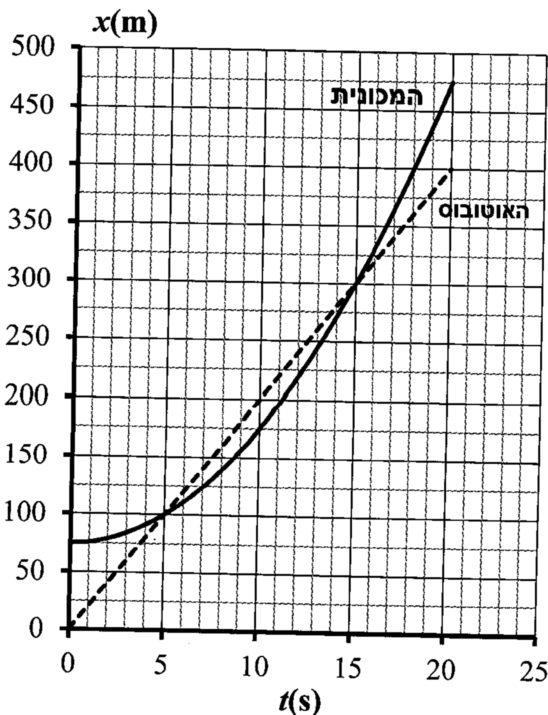
מיקום נקודות המפגש:

$$x_1(5)=20(5)=100\text{m}$$

$$x_1(15)=20(15)=300\text{m}$$

המפגש בין האוטובוס והמכונית מתרחש בשני זמנים שונים. הראשון $t=5\text{s}$ כאשר האוטובוס חולף על פני המכונית שרק התחילה לנוע. אחרי $t=5\text{s}$ האוטובוס מקדים את המכונית. אבל מכיוון שהמכונית נעה בתאוצה והאוטובוס במהירות קבועה, המכונית מתקרבת לאוטובוס ומצליחה להשיג אותו ב-$t=15\text{s}$.

ג.



ד. זמן זה הוא הזמן שבו מהירויות האוטובוס והמכונית משתוות, והוא, על פי גרף המהירויות שבשאלה, $t=10\text{s}$. לפני $t=10\text{s}$ מהירות האוטובוס גדולה יותר ממהירות המכונית, ומכיוון שהאוטובוס מקדים את המכונית, המרחק ביניהם הולך וגדל. אחרי רגע זה, מהירות המכונית גדולה יותר ממהירות האוטובוס, והמרחק בין האוטובוס והמכונית מתחיל לקטון. לכן המרחק המקסימלי בין האוטובוס והמכונית הוא ב-$t=10\text{s}$. גודל מרחק זה הוא:

$$\Delta x_{max}=x_1(10\text{s})-x_2(10\text{s})$$

כאשר:

$$x_1(10)=20\times10=200\text{m}$$

$$x_2(10\text{s})=x_0+\Delta x_2=75+\tfrac{1}{2}10\times20=175$$

$$\Rightarrow \Delta x_{max}=200-175=25\text{m}$$

פתרון שאלה 7\פרק 1

א. על פי ההגדרה מתקיים $v=\lim_{\Delta t\to0}\frac{\Delta x}{\Delta t}$. לכן, כדי לחשב את גודל המהירות ב-$t=0.06\text{s}$, יש

לקחת Δt הקטן ביותר סביב ל- $t=0.06\text{s}$, שמאפשרת הטבלה. כלומר יש לבחור שני זמנים t_1 ו- t_2 בטבלה שהם הקרובים ביותר ל- $t=0.06\text{s}$, אחד לפני ואחד אחרי.

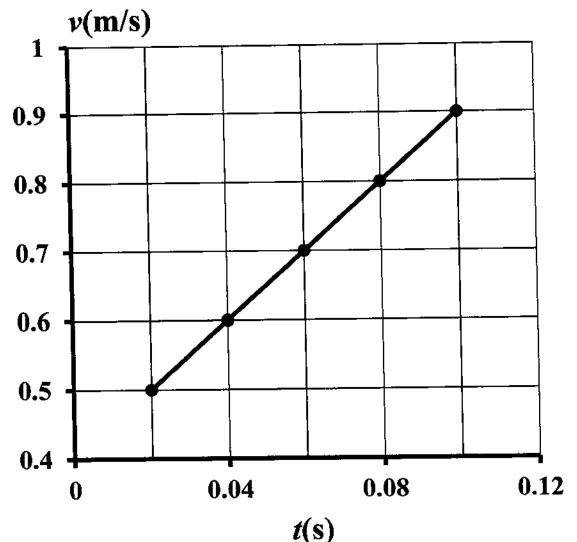
לפי הטבלה, הערך הקטן ביותר עבור Δt הוא כאשר $t_1=0.04\text{s}$ ו- $t_2=0.08\text{s}$. לכן מתקבל:

$$v(0.06)\cong\frac{x(0.08)-x(0.04)}{0.08-0.04}=$$
$$=\frac{0.048-0.02}{0.04}=0.7\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ב. באותה דרך כמו בסעיף הקודם נקבל את המהירויות בשאר הזמנים שבטבלה:

t(s)	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10
v(m/s)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9

ג.



ד. מכיוון ששיפוע הגרף של v כפונקציה של t הוא קבוע, ניתן להסיק שתאוצת העגלה קבועה.

גודל תאוצת העגלה (השיפוע) הוא: 5m/s^2.

ה. מיקום העגלה כפונקציה של הזמן החל מ- $t=0$ נתון על ידי הביטוי הבא:

$$x(t)=v_0t+\tfrac{1}{2}at^2=0.4t+2.5t^2$$

לפי ביטוי זה, הגרף שמתאר תנועה זו הוא גרף (1).

פתרון שאלה 8\פרק 1

א. נבחר את הכיוון החיובי של ציר ה- y כלפי מעלה, ואת ראשית הצירים $y=0$ על פני הקרקע. כך, נקבל:

$$y_1=h+20t-\tfrac{1}{2}gt^2$$
$$y_2=60t-\tfrac{1}{2}gt^2$$

מכיוון ששני הכדורים נפגשים לאחר ארבע שניות נקבל:

$$y_1(4\text{s})=y_2(4\text{s})$$
$$\Rightarrow h+20(4)-5(4)^2=60(4)-5(4)^2$$
$$\Rightarrow h=160\text{m}$$

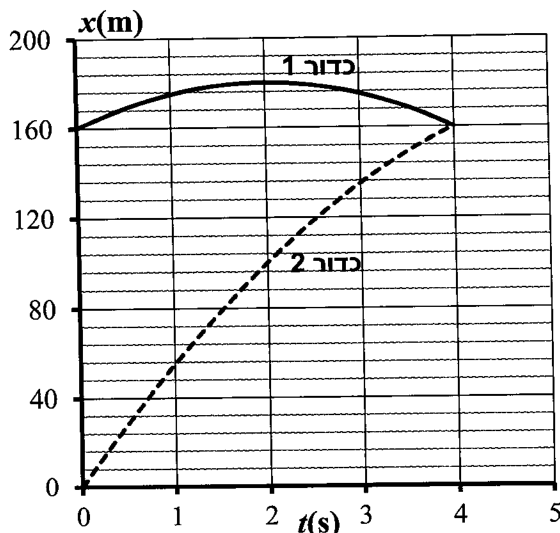
ב. מיקום מפגש שני כדורים הוא:

$$y_1(4\text{s})=y_2(4\text{s})=60(4)-5(4)^2=160\text{m}$$

ג.

$$v_1(4)=20-10(4)=-20\text{m/s}$$
$$v_2(4)=60-10(4)=20\text{m/s}$$

ד.



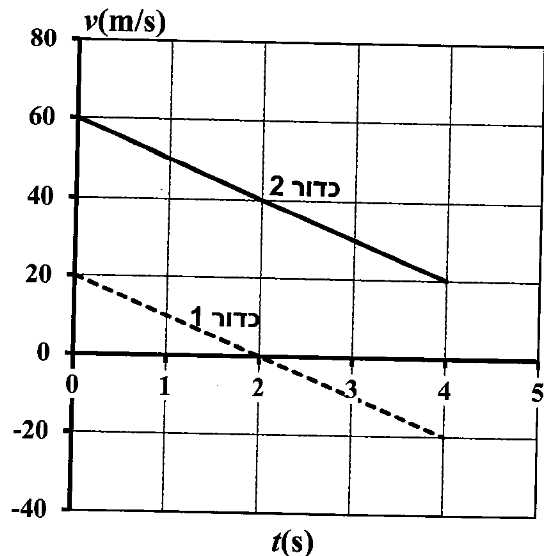
ה. על מנת לחשב את הזמן שחולף מרגע זריקת הכדור הראשון עד לפגיעתו בקרקע, נציב $y_1=0$, ונקבל:

$$160+20t-5t^2=0$$
$$\Rightarrow t^2-4t-32=0$$
$$\Rightarrow (t-8)(t+4)=0\quad\Rightarrow t_1=8\text{s}$$

באותה גישה, על מנת לחשב את הזמן שחולף מרגע זריקת הכדור השני עד לפגיעתו בקרקע, נציב $y_2=0$, ונקבל:

$$60t-\tfrac{1}{2}gt^2=0 \;\Rightarrow t=12\,\text{s}$$

ו.



פתרון שאלה 9\פרק 1

א. נסמן את המכונית ב-1, את האופנוע ב-2 ונקבל:

$$x_1=t^2 \qquad x_2=25(t-4)$$

ב.

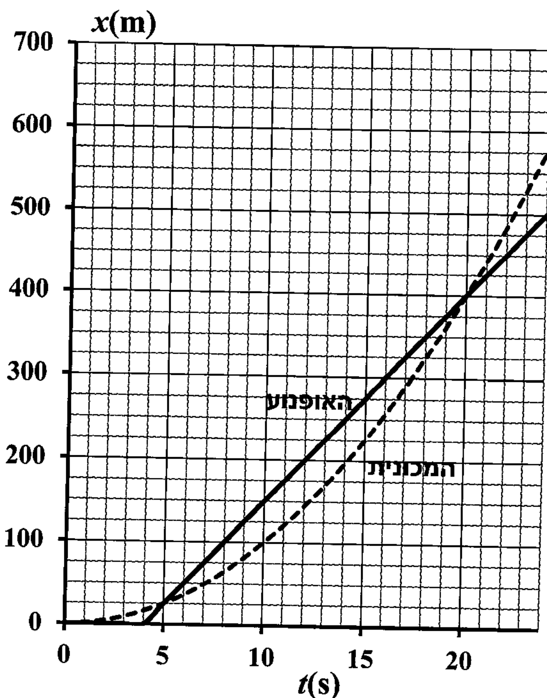
$$x_1(t)=x_2(t)$$
$$\Rightarrow t^2=25(t-4)$$
$$\Rightarrow t^2-25t+100=0$$
$$\Rightarrow (t-5)(t-20)=0$$
$$\Rightarrow t_1=5\text{s} \qquad t_2=20\text{s}$$

כלומר האופנוע והמכונית חולפים זה על פני זה בשני זמנים שונים. בהתחלה, כשמהירות המכונית עדיין נמוכה, חולף על פניה האופנוע ב- $t=5\text{s}$, ומכיוון שהמכונית נעה בתאוצה, היא מצליחה להשיג את האופנוע ולחלוף על פניו ב- $t=20\text{s}$.

נקודות המפגש הן:

$$x_1=5^2=25\,\text{m}$$
$$x_2=20^2=400\,\text{m}$$

ג.



ד. המהירות הממוצעת של המכונית בין שני זמני המפגש היא:

$$\bar{v}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{400-25}{20-5}=25\,\text{m/s}$$

ה. נסמן את מהירות האופנוע ב-v. מתקיים כעת עבור האופנוע: $x_2(t)=v(t-4)$. המפגש מתרחש כאשר:

$$t^2=v(t-4)$$
$$\Rightarrow t^2-vt+4v=0$$

כדי שיהיו שני פתרונות שונים למשוואה האחרונה (כלומר שני זמני מפגש), צריך להתקיים:

$$\Delta=\sqrt{b^2-4ac}\geq 0$$
$$v^2-16v\geq \quad \Rightarrow v\geq 16\,\text{m/s}$$

לכן המהירות המינימלית של האופנוע המאפשרת מפגש בינו ובין המכונית היא $v_{min}=16\,\text{m/s}$. במהירות זו קיימת נקודת מפגש אחת. במהירות קטנה ממהירות זו, האופנוע אינו מצליח להשיג את המכונית.

ו. $x_1=x_2$

$\Rightarrow t^2 = 16(t-4)$

$\Rightarrow t^2 - 16t + 64 = 0$

$\Rightarrow t = 8\text{s} \quad \Rightarrow x = 64\text{m}$

פתרון שאלה 10\פרק 1

א. $x_1 = t^2$, $x_2 = 292 - 3(t-2)^2$

ב. כאשר $x_1 = x_2$:

$t^2 = 292 - 3(t-2)^2$

$\Rightarrow t^2 - 3t - 70 = 0$

$\Rightarrow t_1 = -7\text{s} \qquad t_2 = 10\text{s}$

נבחר בפתרון החיובי, $t = 10\text{s}$. נקודת המפגש היא:

$x_1(10) = x_2(10) = 100\text{m}$

ג. מהירות המכונית הראשונה:

$v_1 = 0 + 2 \times 10 = 20\text{m/s}$

מהירות המכונית השנייה:

$v_2 = 0 + (-6)(10-2) = -48\text{m/s}$

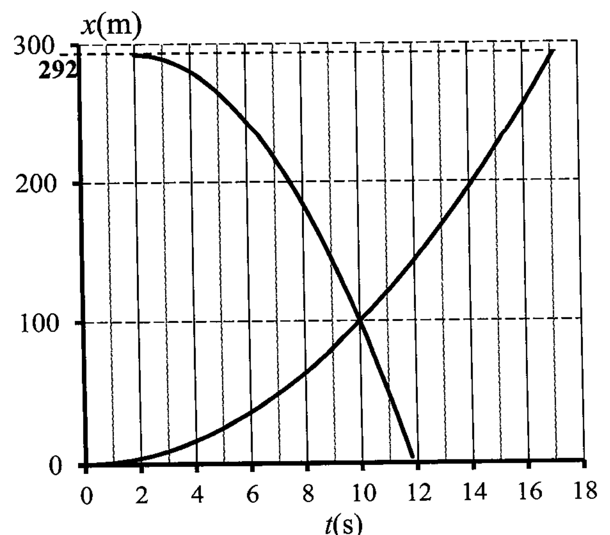
ד. כאשר המכונית הראשונה מגיעה לנקודת המוצא של המכונית השנייה מתקיים:

$x_1 = t^2 = 292 \qquad \Rightarrow t_1 = 17.1\text{s}$

כאשר המכונית השנייה מגיעה לנקודת המוצא של המכונית הראשונה מתקיים:

$x_2 = 292 - 3(t-2)^2 = 0 \qquad \Rightarrow t = 11.86\text{s}$

ה.



פתרון שאלה 11\פרק 1

א. $x_1 = 111 + 20t$.

ב. למכונית השנייה יש שני שלבי תנועה:

השלב הראשון $(0 \le t < 1\text{s})$: $x = 40t$

השלב השני $(1\text{s} < t)$:

$x = 40 + 40(t-1) - (t-1)^2$

ג. נבדוק מתי מתקיים: $x_1 = x_2$:

$40 + 40(t-1) - (t-1)^2 = 111 + 20t$

$40 + 40t - 40 - t^2 + 2t - 1 = 111 + 20t$

$t^2 - 22t + 112 = 0$

$\Rightarrow t_1 = 8\text{s} \qquad t_2 = 14\text{s}$

$x_1 = 560\text{m} \qquad x_2 = 680\text{m}$

ד. המשמעות היא שהמכוניות חולפות זו על פני זו פעמיים. פעם ראשונה כאשר מכונית 2 משיגה את המכונית 1 ועוברת אותה ברגע $t = 8\text{s}$, ומכיוון שמכונית 2 נמצאת בתהליך עצירה ומכונית 1 נוסעת במהירות קבועה, מכונית (1) מצליחה להשיג את המכונית 2, וחולפת על פניה ב- $t = 14\text{s}$.

ה. מהירות מכונית 2 נתונה על ידי הביטוי:

$v_2 = 40 - 2(t-1)$

מכאן נקבל:

$v_2(8\text{s}) = 40 - 2(8-1) = 26\text{m/s}$

$v_2(14\text{s}) = 40 - 2(14-1) = 14\text{m/s}$

פתרון שאלה 12\פרק 1

א.

$v_1 = 35 - 10t$

$\text{y}_1 = 35t - 5t^2$

ב.

$v_2 = 40 - 10(t-1)$

$\text{y}_2 = 40(t-1) - 5(t-1)^2$

ג. כאשר מתקיים:

$$40(t-1)-5(t-1)^2=35t-5t^2$$
$$\Rightarrow 40t-40-5t^2+10t-5=35t-5t^2$$
$$\Rightarrow 15t=45$$
$$\Rightarrow t=3\,\text{s}$$

מקום המפגש:

$$y_1(3)=y_2(3)=60\,\text{m}$$

ד. כיוון מהירות הגוף בזמן מסוים נקבע לפי סימן מהירותו בזמן זה. מתקיים:

$$v_1(3\,\text{s})=35-10(3)=5\,\text{m/s}$$
$$v_2(3)=40-10(3-1)=20\,\text{m/s}$$

כלומר ברגע המפגש שני הגופים היו בעליה.

ה. הגוף הראשון פוגע בקרקע כאשר $y_1=-90\,\text{m}$:

$$35t-5t^2=-90$$
$$\Rightarrow t^2-7t-18=0$$
$$\Rightarrow (t+2)(t-9)=0$$
$$\Rightarrow t_1=-2\,\text{s} \quad t_2=9\,\text{s}$$

כלומר הגוף הראשון פוגע בקרקע ב- $t=9\,\text{s}$.

פתרון שאלה 13\פרק 1

א. לפי הגרף המהירויות ההתחלתיות של שני הגופים הן חיוביות, ומכיוון ששתי מהירויות אלה מכוונות כלפי מעלה, ניתן להסיק מכך שהכיוון החיובי הוא כלפי מעלה.

ב. העקומה 1 מתארת את המהירות של גוף a, והעקומה 2 מתארת את המהירות של גוף b.

ג. הזמן t_1 הוא הזמן שבו גוף b נזרק, ולפי הנתונים שבשאלה מתקיים $t_1=2\,\text{s}$.

הזמן t_2 הוא הזמן שבו מהירות גוף a מתאפסת (הוא מגיע לשיא המסלול). מכיוון ש- $v_a=50-10t$, הזמן t_2 מקיים:

$$50-10t_2=0 \quad \Rightarrow t_2=5\,\text{s}$$

הזמן t_3 הוא הזמן שבו מהירות גוף b מתאפסת (מגיע לשיא המסלול). מכיוון ש- $v_b=60-10(t-2)$, הזמן t_3 מקיים:

$$60-10(t_3-2)=0 \quad \Rightarrow t_3=8\,\text{s}$$

ד.

$$y_a=50t-5t^2$$
$$y_b=60(t-2)-5(t-2)^2$$

השני הגופים חולפים זה על פני זה כאשר מתקיים:

$$60(t-2)-5(t-2)^2=50t-5t^2$$
$$60t-120-5t^2+20t-20=50t-5t^2$$
$$30t=140 \qquad \Rightarrow t=4\tfrac{2}{3}\,\text{s}$$

מיקום הגופים בזמן זה הוא:

$$y_b=y_a=50(4\tfrac{2}{3})-5(4\tfrac{2}{3})=124\tfrac{4}{9}\,\text{m}$$

ו. בזמן שבו כל אחד משני הגופים פוגע בקרקע מתקיים $y=0$.

עבור הגוף a:

$$50t-5t^2=0 \qquad \Rightarrow t=10\,\text{s}$$

עבור הגוף b:

$$60(t-2)-5(t-2)^2=0 \quad \Rightarrow t=14\,\text{s}$$

פתרון שאלה 14\פרק 1

א.

$$y_b=50t-5t^2$$
$$y_a=90+35t-5t^2$$

ב. הכדורים נפגשים כאשר $y_a=y_b$:

$$50t-5t^2=90+35t-5t^2$$
$$\Rightarrow 15t=90 \quad \Rightarrow t=6\,\text{s}$$

מקום המפגש הוא:

$$y_a(6\,\text{s})=y_b(6\,\text{s})=50(6)-5(6)^2=120\,\text{m}$$

ג. הכדורים פוגעים בפני הקרקע כאשר מתקיים $y=0$ עבור כל אחד מהם.

עבור הכדור a:

$$50t-5t^2=0 \quad \Rightarrow t=10\text{s}$$

עבור הכדור b:

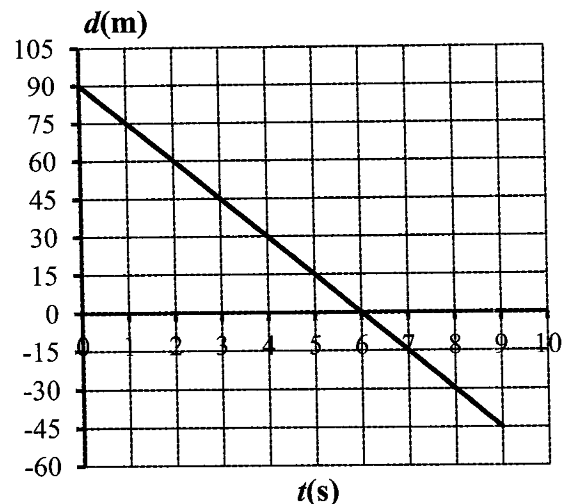
$$90+35t-5t^2=0$$
$$\Rightarrow t^2-7t-18=0$$
$$\Rightarrow (t-9)(t+2)=0$$
$$\Rightarrow t_1=-2\text{s} \quad t_2=9\text{s}$$

במקרה זה בוחרים בפתרון החיובי: $t=9\text{s}$.

ד.

$$d=y_a-y_b=$$
$$=\left(90+35t-5t^2\right)-\left(50t-5t^2\right)=$$
$$\Rightarrow d=90-15t$$

על פי הביטוי שקיבלנו, מתקבל הגרף:



ה. המרחק ההתחלתי בין שני הכדורים הוא 90m (גובה הבניין). מרחק זה משתנה בהתאם למהירות של כדור a ביחס לכדור b, שהיא:

$$v_{ab}=\left(35-10t\right)-\left(50-10t\right)=-15\text{m/s}$$

אי לכך, המרחק ההתחלתי בין שני הכדורים, שהוא 90m, קטן בקצב קבוע של 15m/s, ולכן הגרף שמתאר את המיקום של הכדור a ביחס לכדור b הוא קו ישר ששיפועו (-15m/s). ב- $t=6\text{s}$ המרחק בין שני הכדורים מתאפס (הכדורים נפגשים). ב- $t=9\text{s}$ המרחק ביניהם הוא 45m, כשהכדור a נמצא מתחת לכדור b.

פתרון שאלה 15\פרק 1

א. המכונית a נעה בכיוון החיובי בתאוצה שלילית קבועה, כלומר המהירות שלה קטנה בקצב קבוע עד שהיא נעצרת בזמן מסוים.

המכונית b מתחילה לנוע ממנוחה בתאוצה קבועה בכיוון החיובי.

ב.

$$a_a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{20-10}{0-5}=-2\text{m/s}^2$$

$$a_b=\frac{10}{5}=2\text{m/s}^2$$

ג. נבטא קודם את המיקום של כל אחת משתי המכוניות כפונקציה של הזמן:

$$x_a=20t-t^2;$$
$$x_b=32+t^2$$

המכוניות נפגשות כאשר $x_a=x_b$. מכאן נקבל:

$$20t-t^2=32+t^2$$
$$(t-2)(t-8)=0$$
$$t_1=2\text{s}, \quad t_2=8\text{s}$$

משמעות התשובות היא שברגע $t=2\text{s}$ המכונית a משיגה את המכונית b שהחלה לנוע ממנוחה, אבל מכיוון שהמכונית a נעה בתאוטה והמכונית b נעה בתאוצה, מכונית b מצליחה להשיג את המכונית a וזה קורה ב- $t=8\text{s}$.

ד. המכוניות נפגשות במקומות הבאים:

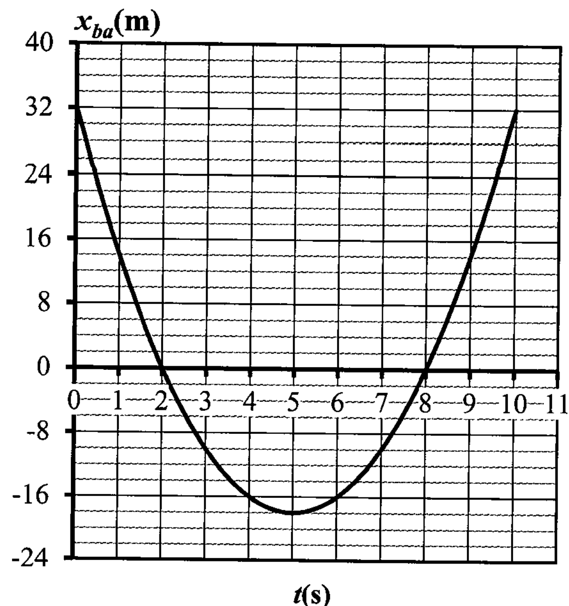
$$x_a(2\text{s})=x_b(2\text{s})=20(2)-(2)^2=36\text{m}$$
$$x_a(8\text{s})=x_b(8\text{s})=20(8)-(8)^2=96\text{m}$$

ה. מתקיים: $v_a=20-2t$. מכונית a נעצרת כאשר:

$$20-2t=0 \quad \Rightarrow t=10\text{s}$$

$$x_{ba}=x_b-x_a=(32+t^2)-(20t-t^2)=$$
$$=2t^2-20t+32=2(t-2)(t-8)$$

הגרף שמתאר את x_{ba} כפונקציה של הזמן הוא הגרף הבא:



ז. המכונית b מקדימה את המכונית a כאשר $x_{ba}>0$ וזה מתקיים בפרקי הזמן: $(0\le t<2\text{s})$ ו-$(t>8\text{s})$.

המכונית a מקדימה את המכונית b כאשר $x_{ba}<0$ וזה מתקיים בפרק הזמן: $(2<t<8\text{s})$.

פתרון שאלה 16\פרק 1

א. עקומה I מתארת את מיקום המכונית כפונקציה של הזמן, והעקומה II מתארת את מיקום האופנוע כפונקציה של הזמן.

ב. מהירות המכונית היא שיפוע הגרף הראשון:

$$v_1=\frac{100}{50}=20\,\text{m/s}$$

ג. על מנת לחשב תאוצת השוטר, נשתמש בקשר $x=\frac{1}{2}at^2$. נציב נקודה מהגרף, $(5\text{s},50\text{m})$ ונקבל:

$$50=\tfrac{1}{2}a(5),\quad \Rightarrow a=4\,\text{m/s}^2$$

ד. מיקום המכונית כפונקציה של הזמן נתון על ידי: $x=20t$ ומיקום האופנוע כפונקציה של הזמן נתון על ידי: $x=2t^2$. המפגש מתקיים כאשר:

$$20t=2t^2 \quad \Rightarrow t=10\text{s}$$

מיקום המפגש הוא ב- $x=200\,\text{m}$.

ה. כל עוד מהירות המכונית גדולה ממהירות האופנוע, המרחק ביניהם הולך וגדל, עד לזמן שבו מהירות האופנוע משתווה למהירות המכונית. ברגע זה המרחק ביניהם הוא מקסימלי, כי החל מרגע זה מהירות האופנוע נעשית גדולה ממהירות המכונית והוא מתחיל להתקרב למכונית, כלומר המרחק ביניהם אחרי זמן זה הולך וקטן.

מהירות האופנוע משתווה למהירות המכונית כאשר:

$$4t=20 \quad \Rightarrow t=5\text{s}$$

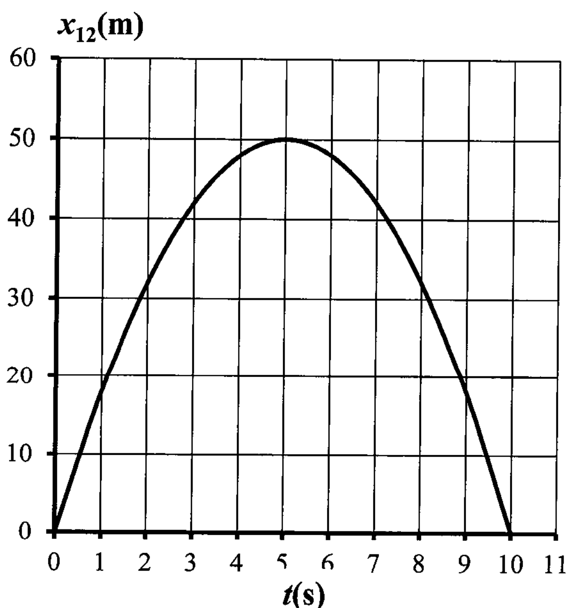
המרחק ביניהם ברגע זה הוא:

$$\Delta x_{\max}=20(5)-\tfrac{1}{2}(4)(5)^2=50\,\text{m}$$

ו. מיקום המכונית ביחס לאופנוע נתון על ידי הביטוי:

$$x_{12}=x_1-x_2=20t-2t^2$$

הגרף שמתאר פונקציה זו הוא הגרף המוצג להלן:



על פי הגרף רואים שהמרחק המקסימלי בין המכונית לאופנוע מתקבל בזמן $t=5\text{s}$ וגודלו 50m.

פתרון שאלה 17\פרק 1

א. נבחר את הכיוון החיובי כלפי מעלה ואת $y=0$ על הקרקע ונקבל:

$$y_1=55t-5t^2$$
$$y_2=h+20t-5t^2$$

צריך להתקיים $y_1(3\text{s})=y_2(3\text{s})$:

$$55(3)-5(3)^2=h+20(3)-5(3)^2$$
$$\Rightarrow h=105\text{m}$$

ב. כאשר כל אחד משני הכדורים מגיע לקרקע, מתקיים $y=0$. לפי זה נקבל עבור הכדור הראשון:

$$50t-5t^2=0 \quad \Rightarrow t=10\text{s}$$

ועבור הכדור השני:

$$105+20t-5t^2=0$$
$$t^2-4t-21=0$$
$$\Rightarrow (t-7)(t+3)=0$$
$$\Rightarrow t_1=7\text{s},\ t_2=-3\text{s}$$

נבחר בפתרון החיובי.

ג. הזמן שלוקח לכדור 2 להגיע לקרקע הוא 7s. על מנת שכדור 1 יפגוש את כדור 2 במהלך תנועתו, צריך להתקיים שזמן חזרתו של כדור 2 לפני הקרקע גדול מ- 7s. לכן זמן העלייה שלו צריך להיות גדול מ- 3.5 שניות. לשם כך מהירותו ההתחלתית צריכה להיות גדולה מ- 35m/s.

<u>גישה אחרת:</u>

נניח שמהירות הכדור הראשון היא v, המפגש מתקיים כאשר:

$$vt-5t^2=105+20t-5t^2 \quad \Rightarrow t=\frac{105}{v-20}$$

על מנת שיתקיים מפגש בין שני הכדורים צריך להתקיים $t>7\text{s}$, כאשר $t=7\text{s}$ הוא זמן פגיעת הכדור השני בקרקע.

$$\Rightarrow \frac{105}{v-20}\ge 7 \quad \Rightarrow v\ge 35\text{m/s}$$
$$\Rightarrow v_{min}=35\text{m/s}$$

ד. זמן הגעת כדור 1 לקרקע הוא $t=10\text{s}$. על מנת שכדור 2 יפגוש את הכדור 1 במהלך תנועתו, צריך להתקיים שזמן הגעת כדור 1 קטן מ- 10s.

מתקיים:

$$y_2=h+20t-5t^2$$

זמן ההגעה ל- $y=0$ נתון על ידי:

$$h+20t-5t^2=0$$
$$\Rightarrow 5t^2-20t-h=0$$
$$\Rightarrow t=\frac{20+\sqrt{400+20h}}{10}<10$$
$$\Rightarrow 400+20h<6{,}400$$
$$\Rightarrow h<300\text{m} \quad \Rightarrow h_{max}=300\text{m}$$

פתרון שאלה 18\פרק 1

א. בגרף b יש זמן שבו הגוף נעצר רגעית, לכן גרף זה מתאר את המהירות כפונקציה של הזמן של גוף שנזרק כלפי מעלה, וזה הכדור 1. הגרף a מתאר את המהירות של כדור 2.

ב. מכיוון שהמהירות ההתחלתית של הכדור 2 שנזרק כלפי מטה היא חיובית, מסיקים מכך שהכיוון החיובי הוא כלפי מטה.

ג. הכדור 1 שנזרק כלפי מעלה במהירות של 50m/s נעצר לאחר 5 שניות. כלומר גרף b חותך את ציר הזמן ב- $t=5\text{s}$. מכאן שערך כל שנתה על ציר הזמן הוא שנייה אחת.

ד. גובה הבניין שווה להעתק של הכדור 2 עד פגיעתו בקרקע בזמן $t=3\text{s}$. העתק זה שווה

לשטח הכלוא בין העקומה 1 ובין ציר הזמן עד ל-$t=3\text{s}$. לכן:

$$h=\Delta y_2=\frac{30+60}{2}\times 3=135\,\text{m}$$

ה. נבחר את ראשית הציר, $y=0$, על גג הבניין (לפי סעיף ב' הכיוון החיובי כלפי מטה), ונקבל:

$$y_2=30t+5t^2$$
$$y_1=135-50t+5t^2$$

בזמן המפגש מתקיים: $y_1=y_2$:

$$30t+5t^2=135-50t+5t^2$$
$$\Rightarrow 80t=135$$
$$\Rightarrow t=1\tfrac{11}{16}\text{s} \quad \Rightarrow y=64.86\,\text{m}$$

גובה נקודת המפגש מעל פני הקרקע הוא:

$$135-64.86=70.14\,\text{m}$$

פתרון שאלה 19\פרק 1

א. נבחר את הכיוון החיובי כלפי מעלה ואת $y=0$ על פני הקרקע, ונקבל שמקום הטיל כפונקציה של הזמן עד לרגע $t=10\text{s}$ הוא:

$$y=5t^2$$

מהירות הטיל ב-$t=10\text{s}$ היא:

$$v(10)=10\times 10=100\,\text{m/s}$$

ומיקומו בזמן זה הוא:

$$y(10)=5(10)^2=500\,\text{m}$$

אחרי $t=10\text{s}$ הטיל נע תחת השפעת תאוצת הכובד $(-10\,\text{m/s}^2)$. לכן המיקום שלו כפונקציה של הזמן אחרי $t=10\text{s}$ נתון על ידי:

$$y=500+100(t-10)-5(t-10)^2$$

ולכן נקבל:

$$y=\begin{cases} y=5t^2 & 0\le t<10\text{s} \\ 500+100(t-10)-5(t-10)^2 & 10\text{s}\le t \end{cases}$$

ב. מקום הפגז כפונקציה של הזמן נתון על ידי:

$$y_2=200(t-12)-5(t-12)^2$$

הפגז חולף ליד הטיל כאשר מתקיים:

$$200(t-12)-5(t-12)^2=$$
$$500+100(t-10)-5(t-10)^2$$
$$\Rightarrow 200t-2400-5t^2+120t-720=$$
$$500+100t-1000-5t^2+100t-500$$
$$\Rightarrow 200t-2400+120t-720=$$
$$500+100t-1000+100t-500$$
$$\Rightarrow 120t=2120 \quad \Rightarrow t=17\tfrac{2}{3}$$

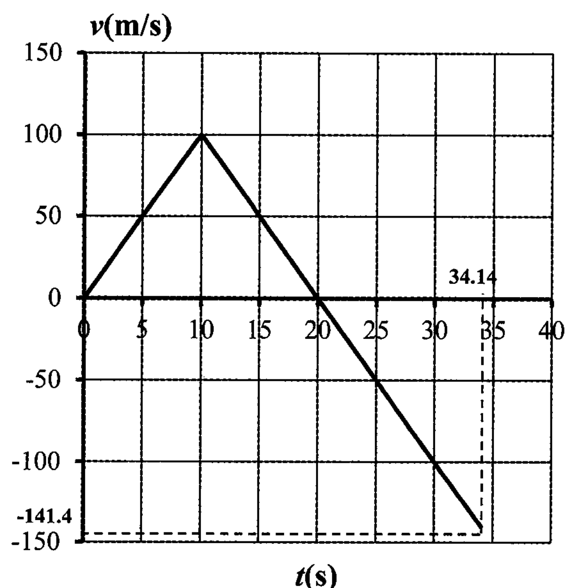
הפגז חולף ליד הטיל בגובה:

$$y_2=200(17\tfrac{2}{3}-12)-5(17\tfrac{2}{3}-12)^2=972.77\,\text{m}$$

ג. הטיל פוגע בקרקע כאשר מתקיים:

$$500+100(t-10)-5(t-10)^2=0$$
$$\Rightarrow (t-10)^2-20(t-10)-100=0$$
$$\Rightarrow t=34.14\,\text{s}$$

ד.



ה. הטיל מגיע לגובה מקסימלי מעל פני הקרקע בזמן שבו הוא עוצר עצירה רגעית, וזה מתרחש ב-$t=20\text{s}$. גובהו בזמן זה שווה להעתק שלו עד $t=20\text{s}$, השווה לשטח הכלוא בין עקומת המהירות וציר הזמן מ-$t=0$ עד $t=20\text{s}$:

$$y_{max} = y_0 + \Delta y = 0 + \frac{20\times 100}{2} = 1000\,m$$

ו. נחשב קודם את הרגע שבו הפגז פוגע בקרקע. ברגע זה מתקיים:

$$200(t-12) - 5(t-12)^2 = 0 \quad \Rightarrow t = 52\,s$$

לכן הפרש הזמן בין הרגע שבו הפגז פוגע בקרקע והרגע שבו הטיל פוגע בקרקע הוא:

$$\Delta t = 52 - 34.14 = 17.86\,s$$

פתרון שאלה 20\פרק 1

א. נבחר את הכיוון החיובי בכיוון מטה ואת $y=0$ על גג הבניין. המקום של הכדור A כפונקציה של זמן נתון על ידי: $y_A = 40t + 5t^2$.

על מנת לחשב את הזמן שבו כדור A פוגע בקרקע, נציב $y = 100\,m$:

$$40t + 5t^2 = 100$$
$$t^2 + 8t - 20 = 0$$
$$(t+10)(t-2) = 0$$
$$\Rightarrow t_1 = -10\,s, \quad t_2 = 2\,s$$

בוחרים בפתרון החיובי, $t_A = 2\,s$.

ב. ביטוי המיקום כפונקציה של הזמן עבור הכדור B נתון על ידי:

$$y_B = 95(t-T) + 5(t-T)^2$$

בזמן שבו הכדור B פוגע בקרקע מתקיים $y = 100\,m$:

$$95(t-T) + 5(t-T)^2 = +100$$
$$\Rightarrow (t-T)^2 + 19(t-T) - 20 = 0$$
$$\Rightarrow z^2 + 19z - 20 = 0$$
$$\Rightarrow (z+20)(z-1) = 0$$
$$\Rightarrow t_1 - T = 1, \quad t_2 - T = -20$$

נבחר בפתרון החיובי ונקבל: $t_B = 1s + T$

ג. על מנת שהכדור B ישיג את הכדור A לפני שהכדור A פוגע בקרקע, צריך להתקיים:

$$t_B \le t_A$$
$$\Rightarrow 1 + T \le 2\,s \quad \Rightarrow T \le 1\,s$$

כאשר $T = 1\,s$, הכדורים A ו-B פוגעים בו זמנית בקרקע.

ד.

(1) מכיוון שמתקיים $T > 1\,s$, הכדור B אינו משיג את הכדור A לפני שהכדור A פוגע בקרקע.

(2) כעת מתקיים עבור הכדור B:

$$y_B = v_{0B}(t-1.5) + 5(t-1.5)^2$$

המהירות ההתחלתית המינימלית עבור הכדור B על מנת שישיג את הכדור A היא המהירות שבה כדור B פוגש את הכדור A על סף פגיעה בפני הקרקע, כלומר כאשר $t = 2\,s$ צריך להתקיים ש-$y_B = 100$:

$$\Rightarrow v_{B\min}(2-1.5) + 5(2-1.5)^2 = 100$$
$$\Rightarrow v_{B\min} = 197.5\,m/s$$

פתרון שאלה 21\פרק 1

א.

$$x_1 = 6t$$
$$x_2 = 400 - 10t$$

ב. המפגש קורה כאשר $x_1 = x_2$:

$$6t = 400 - 10t \quad \Rightarrow t = 25\,s$$

מקום המפגש הוא: $x = 6\times 25 = 150\,m$.

ג. האצן 1 מגיע ל-$x = 400$, כאשר מתקיים:

$$6t = 400, \quad \Rightarrow t = 66\tfrac{2}{3}\,s$$

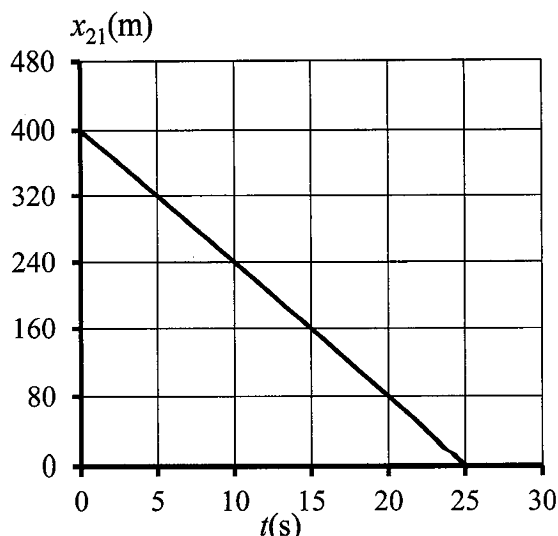
האצן השני מגיע ל-$x = 0$ כאשר מתקיים:

$$400 - 10t = 0 \quad \Rightarrow t = 40\,s$$

ד. מיקום האצן 2 ביחס לאצן 1 נתון על ידי הביטוי:

$$x_{21} = x_2 - x_1 = (400 - 10t) - (6t) =$$
$$= 400 - 16t$$

הגרף המתאר פונקציה זו עד $t = 25\,s$, הוא הגרף הבא:



ה. שיפוע הגרף מייצג את מהירות האצן 2 ביחס לאצן 1, שהיא הקצב שבו המרחק בין שני האצנים קטן עם הזמן:

$v_2 - v_1 = -10 - 4 = -14\,\text{m/s}$.

ניתן להראות זאת באופן הבא:

$$x_2 = x_{02} + v_2 t$$
$$x_1 = v_1 t$$
$$\Rightarrow d = x_2 - x_1 = x_{02} + (v_2 - v_1)t$$

פתרון שאלה 22\פרק 1

א. $x_1 = 2t^2$.

ב. $x_2 = 25(t-2)$

כאשר הצבנו: $90\,\text{km/h} = 25\,\text{m/s}$.

ג.

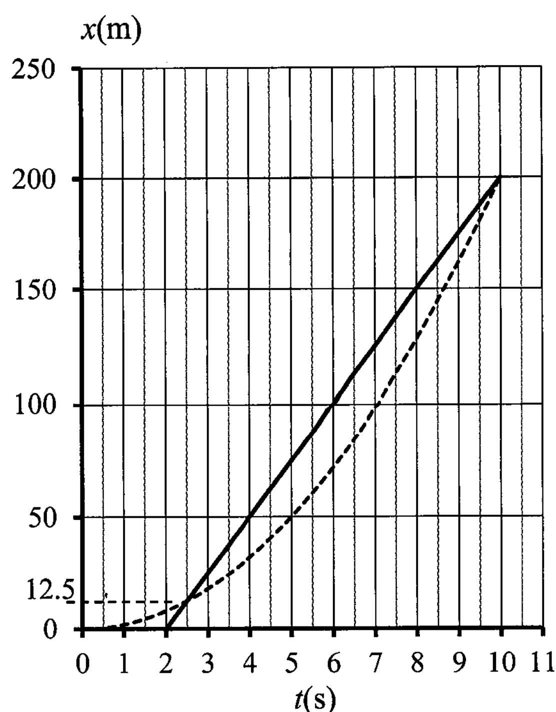
$$2t^2 = 25(t-2)$$
$$2t^2 - 25t + 50 = 0$$
$$\Rightarrow t_1 = 2.5 \qquad t_2 = 10\,\text{s}$$

נקודות המפגש הן:

$$x_1 = 2(2.5)^2 = 12.5\,\text{m}$$
$$x_2 = 2(10)^2 = 200\,\text{m}$$

ד. המכונית ב' עוברת את המכונית א' ב- $t = 2.5\text{s}$, ומכיוון שמכונית א' נעה בתאוצה בעוד מכונית ב' נעה במהירות קבועה, מכונית א' מצליחה להשיג את המכונית ב', וזה קורה ב- $t = 10\text{s}$.

ה.



פתרון שאלה 23\פרק 1

א. בשלב הראשון תאוצת הרכבת היא:

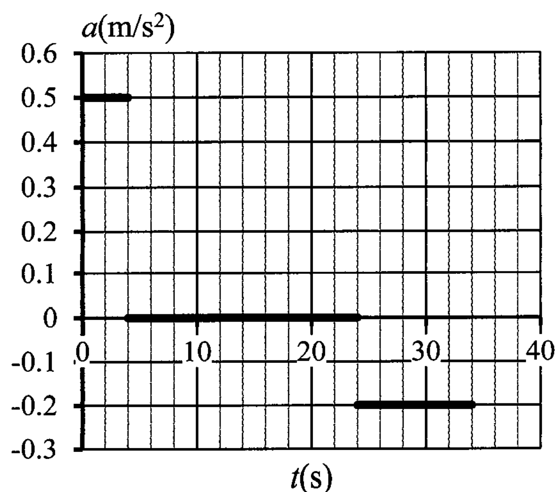
$$a_1 = \frac{120\,\text{m/s}}{4 \times 60\,\text{s}} = 0.5\,\text{m/s}^2$$

בשלב השני תאוצת הרכבת מתאפסת $(a_2 = 0)$

בשלב השלישי:

$$a_3 = \frac{-120\,\text{m/s}^2}{10 \times 60\,\text{s}} = -0.2\,\text{m/s}^2$$

לכן נקבל את הגרף הבא שמתאר את תאוצת הרכבת כפונקציה של הזמן:



ב. המרחק בין שתי הערים שווה לשטח הכלוא בין גרף המהירות לציר הזמן:

$$\Delta x=\left(\frac{34\times60+20\times60}{2}\right)\times120=$$
$$=194,400\,\text{m}=194.4\,\text{km}$$

ג. המהירות הממוצעת של הרכבת היא:

$$\bar{v}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{194.400\,\text{m}}{34\times60\,\text{s}}=95.3\,\text{m/s}$$

ד.

מקום האופנוע כפונקציה של זמן נתון על ידי:

$$x_2=194400-40t$$

(1) $4\,\text{min}=240\,\text{s}$. מקום הרכבת ברגע זה:

$$x_1(4\,\text{min})=x_0+\Delta x=0+\frac{120(4\times60)}{2}=$$
$$=14,400\,\text{m}=14.4\,\text{km}$$

מקום האופנוע ברגע זה:

$$x_2(240\,\text{s})=194400-40(240)=184800\,\text{m}=$$
$$=184.8\,\text{km}$$

(2) $24\,\text{min}=1440\,\text{s}$. מקום הרכבת ברגע זה:

$$x(24\,\text{min})=x_0+\Delta x=$$
$$=0+\frac{(24\times60+20\times60)}{2}\times120=$$
$$=158,400\,\text{m}=158.4\,\text{km}$$

מקום האופנוע ברגע זה:

$$x_2(1440\,\text{s})=$$
$$=194400-40(1440)=136800\,\text{m}=$$
$$=136.8\,\text{km}$$

(3) לפי התשובות שהתקבלו בתת הסעיפים ד(1) ו-ד(2) האופנוע והרכבת חולפים זה על פני זה בפרק הזמן בין $t=4\,\text{min}$ ו- $t=24\,\text{min}$. מיקום הרכבת כפונקציה של הזמן בפרק זמן זה נתון על ידי:

$$x_1=x(4\,\text{min})+120(t-4\,\text{min})$$
$$=14,400+120(t-240)$$

הרכבת והאופנוע חולפים זה על פני זה כאשר מתקיים:

$$14,400+120(t-240)=194400-40t$$
$$\Rightarrow14,400+120t-28,800=194400-40t$$
$$\Rightarrow160t=208,800$$
$$\Rightarrow t=1,305\,\text{s}=21.75\,\text{min}$$

מיקום המפגש הוא:

$$x_2=194400-40(1305)=142,200\,\text{m}$$
$$=142.2\,\text{km}$$

פתרון שאלה 24\פרק 1

א. התאוצה מיוצגת על ידי שיפוע הגרף בין $t=0$ ו $t=18\text{s}$ והוא:

$$a=\frac{320\,\text{m/s}}{18\,\text{s}}=17\tfrac{7}{9}\,\text{m/s}^2$$

ב. מנוע הטיל הפסיק לעבוד ב- $t=18\text{s}$. מהירותו ברגע זה היא $320\,\text{m/s}$, והגובה שלו מעל פני הקרקע הוא:

$$y(18\,\text{s})=\frac{18\times320}{2}=2,880\,\text{m}$$

ג. אחרי שמנוע הטיל הפסיק לעבוד, הוא ממשיך בתנועה בכיוון מעלה (בגלל שיש לו מהירות התחלתית) עד שהוא נעצר עצירה רגעית בזמן $t=50\text{s}$. בזמן זה הטיל מגיע לגובה מקסימלי ביחס לפני הקרקע, והוא שווה לשטח הכלוא בין גרף המהירות וציר הזמן מהשיגור עד ל- $t=50\text{s}$:

$$h_{\max}=\Delta y=\frac{320\times50}{2}=8,000\,\text{m}$$

ד. מיקום הטיל כפונקציה של הזמן לאחר הגעת הטיל לגובה המקסימלי נתון על ידי הביטוי:

$$y=y_0+v_0(t-50)-5(t-50)^2$$
$$=8000-5(t-50)^2$$

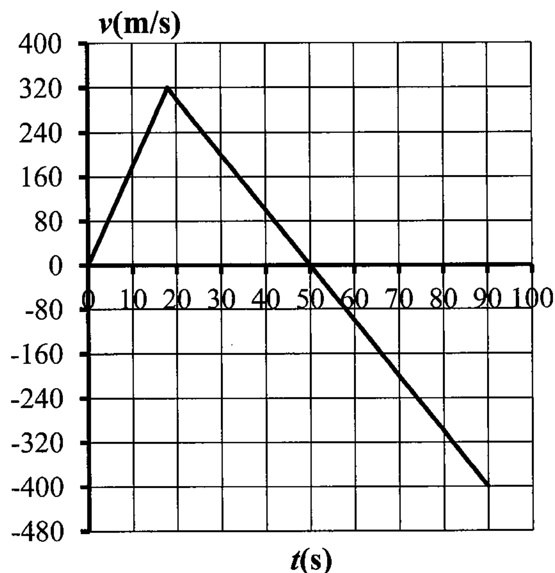
כאשר הטיל מגיע לפני הקרקע, מתקיים $y=0$. לכן נקבל:

$$8000-5(t-50)^2=0$$
$$\Rightarrow t-50=40 \quad \Rightarrow t=90\text{s}$$

ה. מכיוון שעבור $t>18\text{s}$ הטיל נע בתאוצה קבועה שהיא תאוצת הנפילה החופשית, נקבל שצורת הגרף אחרי $t=18\text{s}$ היא קו ישר יורד ששיפועו -10m/s^2, וזאת עד שהטיל מגיע לפני הקרקע ב-$t=90\text{s}$. מהירות הטיל ברגע זה היא:

$$v=v_0+a(t-50)=0-10(90-50)=$$
$$=-400\text{m/s}$$

לכן נקבל את הגרף הבא עבור מהירות הטיל עד רגע הגעתו לפני הקרקע.



ו. המקום כפונקציה של הזמן עבור הטיל הראשון עבור $t>50\text{s}$ נתון על ידי הביטוי הבא (ראה סעיף ד'):

$$y_1=8000-5(t-50)^2$$

הטיל השני שוגר ב-$t=50\text{s}$, לכן המיקום שלו כפונקציה של הזמן ביחס ל-$t=0$ נתון על ידי הביטוי הבא:

$$y_2=y_0+v_0(t-50)+\tfrac{1}{2}a(t-50)^2$$
$$y_2=15(t-50)^2$$

הטיל השני פוגע בטיל הראשון כאשר מתקיים:

$$8000-5(t-50)^2=15(t-50)^2$$
$$\Rightarrow 20(t-50)^2=8000$$
$$\Rightarrow t-50=20 \quad \Rightarrow t=70\text{s}$$

וזה קורה ב:

$$y_2(70\text{s})=15(70-50)^2=6000\text{m}$$

פתרון שאלה 25\פרק 1

א. לפי הגרף שבתרשים ב', ערכי y של הכדור הם שליליים והולכים וגדלים במהלך תנועת הכדור כלפי מעלה, כלומר הכדור נע בכיוון החיובי של הציר. לפי זה הכיוון החיובי של ציר y הוא כלפי מעלה.

ב. מרחק הכדור מהחיישן ברגע $t=0$ שווה לגובה הבניין. לפי תרשים ב' מרחק זה הוא 24m. לכן גובה הבניין הוא 24m.

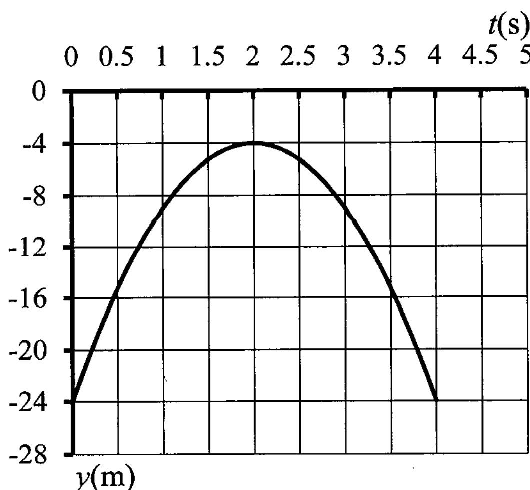
ג. ההעתק המקסימלי של הכדור בכיוון החיובי שווה ל:

$$\Delta y=-4-(-24)=20\text{m}$$

נשתמש בקשר:

$$\Delta y=\frac{v^2-v_0^2}{2a}$$
$$\Rightarrow 20=\frac{0-v_0^2}{2(-10)} \quad \Rightarrow v_0=20\text{m/s}$$

ד.



שנייה, לכן:

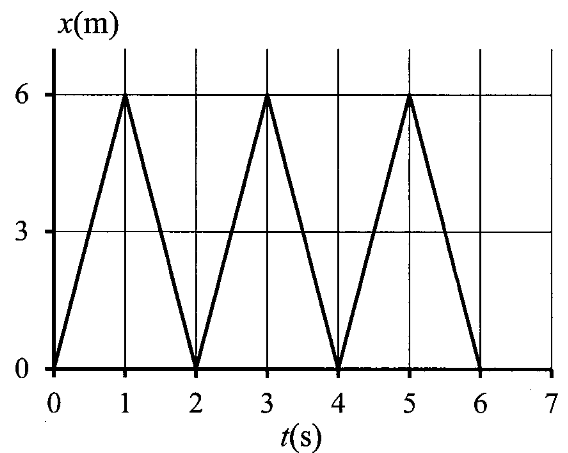
$$d = vt = 6(1) = 6\,\text{m}$$

ג. על פי תרשים ב', הגוף מוחזר מהרצפה במהירות שגודלה $6\,\text{m/s}$. הגובה המקסימלי המתקבל ממהירות זו הוא:

$$h_{max} = \Delta y = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - 6^2}{2(-10)} = 1.8\,\text{m}$$

ד. הזמן בין שתי פגיעות עוקבות בקרקע הוא $1.2\,\text{s}$.

ה. עבור התנועה בין שני הקירות נקבל:



עבור התנועה של הכדור המקפץ נקבל:

